Fédération française du bâtiment

2015

ENDUITS A BASE DE CHAUX
Règles de l'art et Pathologies



Comment éviter le pire ?

COLLECTION RECHERCHE DÉVELOPPEMENT MÉTIER

SEBTP

Le mot du Président

Le guide des enduits à la chaux, avec leurs pathologies que nous rencontrons sur nos chantiers de restauration du patrimoine, est une nécessité pour notre filière.

Constatant le manque de ressources documentaires pour l'exécution d'enduits sur le bâti ancien, le Groupement Français des Entreprises de Restauration de Monuments Historiques (GMH), en concertation avec l'Union de la Maçonnerie et du Gros Oeuvre (UMGO) et l'Union Nationale des Entrepreneurs d'Enduits de Façades (UNEEF), a souhaité établir un document de références répertoriant les bonnes pratiques et celles qui, au contraire, sont à proscrire.

Un travail d'équipe ainsi qu'une histoire humaine faite de rencontres et d'échanges permettent aujourd'hui, de vous dévoiler leurs travaux. Tous les auteurs ont donné de leur temps pour vous , lecteurs en soif de comprendre et d'éviter les pathologies sur les édifices de notre patrimoine.

Je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble des membres du groupe de travail : Olivier Crancee, Jean-Luc Hartert, Gilles de Laage, Frédéric Letoffé, Denis Moyne, Guillaume Rozé.

On ne fait rien tout seul, il est important de le rappeler. Il faut savoir donner pour recevoir.

Didier Durand



Sommaire

1- Généralités & Préambule



1 – Généralités & Préambule

1.1 Histoire et origine des enduits

- Au néolithique sont créées des peintures sur un enduit blanc constitué de gypse. Vers 2500 avant J.-C., en Mésopotamie et en Égypte, apparaissent les premiers fours à chaux. Ils permettront de réaliser les premières fresques en Mésopotamie dès 1800 avant J.-C. et en Crète vers 1700 avant J.-C.
- Les enduits à la chaux et au plâtre dans la construction se développent dans l'Antiquité. Par exemple, les murs de la ville de Jéricho, bâtis en briques de terre crue, étaient enduits à la chaux. Au Maroc et en Perse, des terrasses, assurant une bonne étanchéité, étaient constituées d'un mortier d'argile, de chaux et de paille.
- Les Grecs et les Romains créèrent les liants hydrauliques en additionnant à la chaux des matières pouzzolaniques (briques pilées, cendre volcanique).
- Dans ses «Dix livres sur l'architecture», Vitruve décrit les mortiers et enduits multicouches qui ont permis la réalisation d'ouvrages d'art comme le célèbre aqueduc du Pont du Gard.



- La chaux fut principalement utilisée jusqu'à la deuxième moitié du XIXe siècle, date à laquelle apparaît la fabrication industrielle du ciment (1850 : première usine française de ciment Portland artificiel). En 1796, l'anglais Parker dépose un brevet pour la fabrication d'un ciment à prise rapide aussi appelé ciment romain. En 1824, un briquetier anglais nommé Apsdin invente un ciment à prise lente ou ciment de Portland. Ce ciment est issu d'un calcaire qui contient naturellement 21 à 27 % d'argile et ressemble à la roche naturelle exploitée à Portland en Grande-Bretagne.
- En 1817, Louis Vicat détermine les principes de l'hydraulicité des chaux et des ciments et pose les bases scientifiques actuelles des industries cimentières.
- Au XIXe siècle, une production de chaux existait tous les 30 à 50 km (distance maximale pouvant être parcourue à l'époque). Le ciment commença alors à remplacer peu à peu la chaux dans l'habitat grâce à sa prise rapide et à ses propriétés mécaniques.
- Mais c'est seulement dans les premières décennies du XXe siècle que les fours à chaux, abondants dans nos campagnes, s'éteignent et que le ciment remplace la chaux pour la réalisation d'enduits.
- Pour la chaux hydraulique naturelle, le démarrage de la production industrielle coïncide avec le développement des ouvrages d'art dédiés aux transports tels que chemin de fer, canaux, ports, etc.
- Aujourd'hui, la production de chaux est toujours très importante et se fait au sein d'unités de production industrielles. Elle s'élève à 172 millions de tonnes par an dans le monde en 2006, mais seulement 3 % de ce tonnage est utilisé dans le bâtiment.
- Le plâtre a été utilisé par les Egyptiens pour l'enduisage des tombeaux dans les pyramides. La région Ile-de-France recèle un des gisements de pierre à plâtre (gypse) les plus importants de France. L'usage du plâtre en enduits extérieurs est attesté depuis le XIIIe siècle et va atteindre son apogée de la fin du XVIIIe siècle jusqu'au début du XXe siècle. Lavoisier étudie en 1768 la déshydratation du gypse. Ce matériau s'illustre par la possibilité de réaliser des modénatures plus ou moins saillantes qui décorent les façades en donnant l'illusion d'un appareil réalisé en pierre de taille sculptée. Il existe de petits gisements de gypse sur l'ensemble du territoire.
- Certaines analyses des enduits anciens au mortier de plâtre montrent qu'ils contenaient 10 à 20 % de chaux aérienne éteinte, 10 à 25 % d'agrégats, (sable et poudre de briques, cendres...), 60 à 80 % de plâtre sans aucun ajout ni retardateur. Ils sont gâchés avec peu d'eau (55 à 60 % du poids des liants). De multiples mélanges avec une utilisation partielle des ingrédients analysés ci-dessus ont été effectués au cours des siècles.

1.2 Rôle de l'enduit

L'enduit constitue véritablement « la peau » du bâtiment. Il participe ainsi aux fonctions techniques et esthétiques de la construction.

L'enduit doit protéger le mur sans l'altérer tout en étant esthétique.

L'enduit protège le mur et les matériaux qui le composent des agressions extérieures en jouant un rôle d'écran. Il doit laisser respirer le mur tout en freinant la pénétration des eaux. L'enduit doit revêtir le bâtiment et accompagner sa composition, son aspect architectural.

1.2.1 Quelques définitions de l'enduit



« Pourquoi la chaux, en se mêlant à l'eau et au sable, donne-t-elle à la maçonnerie tant de solidité ? En voici, je crois, la raison. Les pierres, comme tous les autres corps, sont composées des éléments ; celles qui contiennent ou plus d'air, ou plus d'eau, ou plus de terre, ou plus de feu, sont ou plus légères, ou plus molles, ou plus dures, ou plus fragiles. Remarquons que si des pierres, avant d'être cuites, ont été pilées et mêlées à du sable, puis employées dans une construction, elles ne prennent aucune consistance et ne peuvent en lier la maçonnerie ; mais que si, jetées dans un four, elles viennent à perdre leur première solidité par l'action violente du feu auquel elles sont soumises, alors, par suite de cette chaleur qui en consume la force, elles se remplissent d'une infinité de petits trous. Ainsi l'humidité répandue dans ces pierres ayant été absorbée, et l'air qu'elles contenaient s'étant retiré, ne renfermant plus alors que la chaleur qui y reste cachée, qu'on vienne à les plonger dans l'eau avant que cette chaleur ne soit dissipée, elles reprennent leur force : l'eau qui y pénètre de tous côtés produit une ébullition ; puis le refroidissement fait sortir de la chaux la chaleur qui s'y trouvait. »
Vitruve (Rome antique)



« La chaux doit être réalisée avec les mêmes pierres avec lesquelles on bâtit, parce que les sels volatils dont la chaux est dépourvue après la cuisson lui sont plus facilement rendus par des pierres qui en contiennent de semblables ». *Philibert Delorme (XVIe)*

« Mélange composé d'un ou de plusieurs liants minéraux, de granulats et parfois d'adjuvants et/ou d'ajouts, utilisés pour réaliser des enduits extérieurs ou intérieurs. »

Définition du NF DTU 26.1, paragraphe 3.1.1

1.2.2 Types de mortiers d'enduit existants

Il existe deux grandes catégories de mortier d'enduit : le mortier d'enduit formulé sur chantier et le mortier prêt à l'emploi.

Le NF DTU 26.1 classe les mortiers d'enduit en plusieurs catégories, comme le présente le tableau ci-dessous :

Classement des mortiers d'enduit :	Type de mortier d'enduit	Définitions	Conception et fabrication du mortier d'enduit
Conception	Performanciel Formulé	Mortier dont la conception et la méthode de fabrication ont été choisies par le fabricant en vue d'obtenir des caractéristiques spécifiques (concept de performance).	Mortier industriel
	De recette (composition)	Mortier fabriqué selon des proportions prédéterminées et dont les propriétés résultent des proportions de constituants déclarés (concept de recette).	Mortier de chantier
Mode de fabrication	Industriel	Mortier dosé et mélangé en usine qui peut être fourni sous forme de mortier « sec » (poudre), prêt à gâcher avec de l'eau, ou sous forme de « mortier frais » (pâte), prêt à l'emploi.	Mortier industriel
	Pré-dosé	Mortier dont les constituants sont entièrement dosés en usine et livrés sur le chantier où ils sont mélangés selon les spécifications et conditions indiquées par le fabricant.	Mortier de chantier
	Pré-mélangé	Mortier dont les constituants sont entièrement dosés en usine et livrés sur le chantier où d'autres constituants spécifiques ou fournis sont ajoutés selon les spécifications et conditions indiquées par le fabricant (exemple : liants spéciaux avec ajout du sable sur le chantier).	Mortier de chantier
	De chantier	Mortier composé de constituants individuels (chaux, ciment, sables, adjuvants…) dosés et mélangés sur le chantier.	Mortier de chantier

Classement des mortiers d'enduit :	Type de mortier d'enduit	Définitions	Conception et fabrication du mortier d'enduit
Propriétés et/ ou domaine d'application	Courant GP	Mortier d'enduit qui n'a pas de propriétés spécifiques et qui peut être conçu comme mortier de recette ou mortier performanciel.	Mortier industriel/ Mortier de chantier
	Allégé LW	Mortier d'enduit performanciel dont la masse volumique durcie à l'état sec est intérieure à 1300kg/m^3	Mortier industriel
	Enduit de parement CR	Mortier d'enduit performanciel spécialement coloré, utilisé pour la couche de finition décorative.	Mortier industriel
	Enduit monocouche OC	Mortier performanciel appliqué en une seule couche, qui remplit les mêmes fonctions qu'un système d'enduit multicouche extérieur et coloré.	Mortier industriel
	Enduit d'assainissement R	Mortier performanciel utilisé pour la réalisation d'enduits sur maçonneries humides contenant des sels solubles à l'eau. Il présente une porosité et une perméabilité à la vapeur d'eau élevées et une absorption d'eau par capillarité réduite.	Mortier industriel
	De réparation	Mortier performanciel destiné à la réparation, au profilage du béton. Il peut être structurel ou non. Il est défini par la norme NF EN 1504-3.	Mortier industriel

L'enduit formulé sur chantier est le principal mortier d'enduit de référence dans ce guide.

Bon à savoir

Le mortier d'enduit destiné au bâti ancien est communément appelé :

« Le mortier d'enduit de recette, formulé sur chantier »

C'est un mortier composé de constituants individuels tels que les chaux, les ciments naturels, les ciments courants (proscrits pour les Monuments Historiques en pierre), les plâtres, les sables (granulats), les colorants et les adjuvants dosés et mélangés sur le chantier.

1.2.3 Les performances de l'enduit en trois points



La tenue au support

Le système d'enduit à la chaux doit être cohérent par son accrochage avec la résistance à l'arrachement du support.



La perméabilité/imperméabilité

Il doit être imperméable à l'eau et perméable à la vapeur d'eau.

Bon à savoir

Le coefficient de perméabilité des enduits à la chaux s'exprime en valeur mu. Pour l'enduit à la chaux, le coefficient mu est trois fois plus élevé que celui du ciment, donc l'enduit à la chaux est trois fois plus poreux ou « respirant » (si l'on peut considérer qu'un mur « respire »).

La résistance à la diffusion de vapeur d'eau d'un matériau s'exprime par le coefficient de résistance à la diffusion « S » ou « mu ». Ce coefficient exprime la résistance du matériau concerné par rapport à la résistance de l'air.



Les contraintes mécaniques

L'enduit doit être en adéquation avec la souplesse de son support aussi bien en élasticité qu'en résistance.

1.3 Les Constituants de L'enduit

1.3.1 Les liants

Ce qui définit le type de liant pour les enduits est qu'il est d'origine minéral : la chaux (calcaire ou calcaire siliceux), les plâtres (gypse), les ciments naturels, les ciments courants (calcaire + argile). *(Livre I – Fascicule Technique Chapitre : 6 ; 11 ; 12 ; 13)*

1.3.1.1 Les chaux NF EN 459-1 « Chaux de construction»

Oxyde et/ou hydroxyde de calcium et oxyde et/ou hydroxyde de calcium et de magnésium produits par la décomposition thermique (calcination) de carbonate de calcium d'origine naturelle (par exemple : calcaire, craie, coquilles) ou de carbonate de calcium et de magnésium d'origine naturelle (par exemple : calcaire dolomitique, dolomie).



Chaux de construction : groupe de chaux constitué exclusivement de deux familles de produits : les chaux aériennes et les chaux ayant des propriétés hydrauliques utilisées dans des applications ou matériaux pour la construction, le bâtiment et le génie civil.

Les différents types de chaux de construction :

Chaux aérienne : chaux qui se combine et durcit avec le dioxyde de carbone présent dans l'air. Les chaux aériennes n'ont pas de propriétés hydrauliques. Les chaux aériennes sont divisées en deux sous-familles : chaux calcique (CL) et chaux dolomitique (DL).

- La chaux calcique est une chaux aérienne constituée principalement d'oxyde de calcium et/ou d'hydroxyde de calcium, sans addition hydraulique ou pouzzolanique.
- La chaux dolomitique est une chaux aérienne constituée principalement d'oxyde de calcium magnésium et/ou d'hydroxyde de calcium magnésium, sans aucune addition hydraulique ou pouzzolanique.

Chaux hydraulique naturelle (NHL) : la chaux hydraulique naturelle ayant des propriétés hydrauliques produites par la calcination de calcaires (y compris la craie) plus ou moins siliceux ou argileux avec réduction en poudre par extinction, avec ou sans broyage. Elle a la propriété de faire prise et de durcir lorsqu'elle est mélangée à de l'eau et par réaction avec le dioxyde de carbone présent dans l'air (carbonatation).

Les propriétés hydrauliques résultent exclusivement de la composition chimique spéciale de la matière première naturelle. La chaux hydraulique naturelle ne contient pas d'autres matériaux ajoutés.

Chaux hydraulique (HL) : la chaux hydraulique est un liant constitué de chaux et d'autres matériaux tels que le ciment, le laitier de haut fourneau, les cendres volantes, le filler calcaire et autres matières appropriées. Elle a la propriété de faire prise et de durcir en présence d'eau. Le dioxyde de carbone présent dans l'air contribue au processus de durcissement.



Four à chaux actuel

Chaux formulée (FL) : la chaux formulée est une chaux ayant des propriétés hydrauliques constituée principalement de chaux aérienne (CL) et/ou de chaux hydraulique naturelle (NHL) avec des matériaux hydrauliques et/ou pouzzolaniques ajoutés. Elle a la propriété de faire prise et de durcir lorsqu'elle est mélangée à de l'eau et par réaction avec le dioxyde de carbone présent dans l'air (carbonatation).

La composition de la chaux formulée doit être déclarée par le producteur.

EXEMPLE 1 : pour une chaux formulée contenant entre 25 % et 50 % de chaux libre, ayant une résistance à la compression supérieure à 5 MPa et constituée de 55 % de chaux calcique (CL 55), de 30 % de clinker (K 30), de 10 % de filler calcaire (L 10), avec 2 % de sulfate de fer et 0,5 % de rétenteur d'eau. La désignation normative est : **EN 459-1 FL B 5 : contient du ciment, CL55, K30, L10, 2 % de sulfate de fer et 0,5 % de rétenteur d'eau.**

EXEMPLE 2 : pour une chaux formulée contenant entre 25 % et 50 % de chaux libre, ayant une résistance à la compression supérieure à 3,5 MPa et constituée de 55 % de chaux hydraulique naturelle (NHL 55) de 40 % de ciment CEM II/B-L et de 0,5 % d'hydrofuge. La désignation normative est : **EN 459-1 FL B 3,5 : contient du ciment, NHL 55, CEM II/B-L 40 et 0,5 % d'hydrofuge.**

EXEMPLE 3 : pour une chaux formulée contenant entre 40 % et 80 % de chaux libre, ayant une résistance à la compression supérieure à 2 MPa constituée de 40 % de chaux calcique (CL 40), de 40 % de chaux hydraulique naturelle (NHL 40), de 15 % de filler calcaire (L 15) et de 0,5 % de rétenteur d'eau. La désignation normative est : **EN 459-1 FL A 2 : CL40, NHL 40, L15 et 0,5 % de rétenteur d'eau.**

Les désignations et notations des chaux

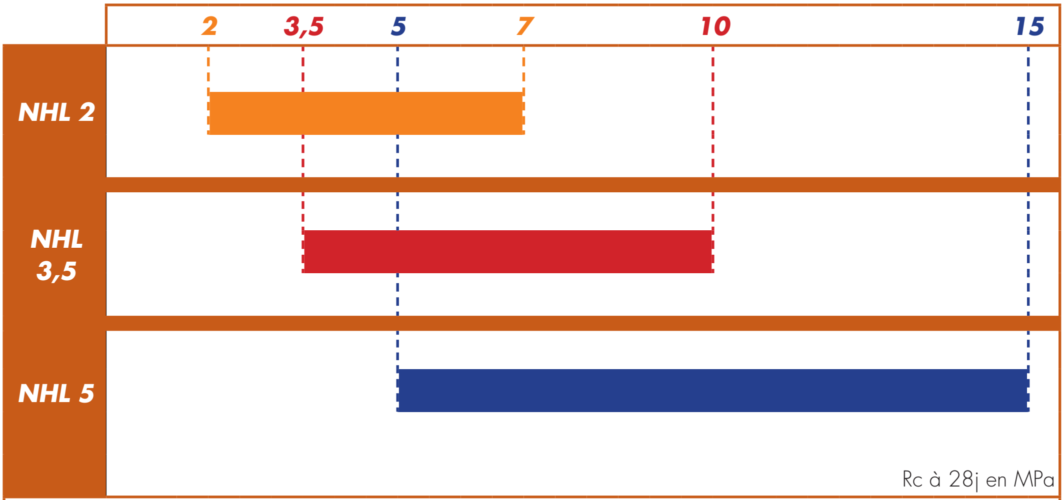
Désignation	Notation
Chaux calcique 90*	CL 90
Chaux calcique 80*	CL 80
Chaux calcique 70*	CL 70
Chaux dolomitique 90-30**	DL 90-30
Chaux dolomitique 90-5**	DL 90-5
Chaux dolomitique 85-30**	DL 85-30
Chaux dolomitique 80-5**	DL 80-5
Chaux hydraulique naturelle 2	NHL 2
Chaux hydraulique naturelle 3,5	NHL 3,5
Chaux hydraulique naturelle 5	NHL 5
Chaux hydraulique 2	HL 2
Chaux hydraulique 3,5	HL 3,5
Chaux hydraulique 5	HL 5
Chaux formulée 2 A, B ou C	FL 2 A ou B ou C
Chaux formulée 3,5 A, B ou C	FL 3,5 A ou B ou C
Chaux formulée 5 A, B ou C	FL 5 A ou B ou C

** De plus, la chaux calcique est classée en fonction de la forme du produit : Chaux vive (Q), chaux hydratée (S), chaux en pâte (S PL) ou lait de chaux (S ML).*
*** De plus, la chaux dolomitique est classée en fonction de l'état du produit : Chaux vive (Q) ou chaux hydratée (S). La chaux dolomitique semi-hydratée est classée (S1).*

Les exigences chimiques des chaux sous forme de valeurs caractéristiques

Type de chaux	CaO + MgO	MgO	CO_2	SO_3	Chaux libre sous forme de $Ca(OH)_2$
CL 90	≥ 90	≤ 5	≤ 4	≤ 2	≥ 80
CL 80	≥ 80	≤ 5	≤ 7	≤ 2	≥ 65
CL 70	≥ 70	≤ 5	≤ 12	≤ 2	≥ 55
DL 90-30	≥ 90	≥ 30	≤ 6	≤ 2	-
DL 90-5	≥ 90	≥ 5	≤ 6	≤ 2	-
DL 85-30	≥ 85	≥ 30	≤ 9	≤ 2	-
DL 80-5	≥ 80	≥ 5	≤ 9	≤ 2	-
NHL 2	-	-	-	≤ 2	≥ 35
NHL 3,5	-	-	-	≤ 2	≥ 25
NHL 5	-	-	-	≤ 2	≥ 15
HL 2	-	-	-	≤ 3	≥ 10
HL 3,5	-	-	-	≤ 3	≥ 8
HL 5	-	-	-	≤ 3	≥ 4
FL 2	-	-	-	≤ 2	≥ 40 à < 80
FL 3,5	-	-	-	≤ 2	≥ 25 à < 50
FL 5	-	-	-	≤ 2	≥ 15 à < 40

Résistance à la compression à 28 j en MPa de la chaux hydraulique naturelle exprimée sous forme de valeurs caractéristiques*



** Les valeurs caractéristiques pour les chaux FL et HL sont les mêmes*

Bon à savoir

Les chaux HL et FL sont des chaux mélangées. Il est nécessaire de connaître leurs caractéristiques et composants pour la restauration des monuments historiques.

1.3.1.2 Les ciments courants   NF EN 197-1 « Ciments courants »

Les ciments sont présents sur certains bâtiments protégés au titre de la loi sur les Monuments Historiques. C'est le cas notamment pour les constructions de la fin du XIXe et du XXe siècle.

Les ciments Portland (CEM I), ciments Portland aux ajouts (CEM II) et les autres types de ciments doivent être conformes à la norme NF EN 197-1.



Four à ciment

Le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire un matériau minéral finement moulu qui, gâché avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par suite de réactions et de processus d'hydratation et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau.

Le ciment conforme à la norme NF EN 197-1, appelé ciment CEM, mélangé avec des granulats et gâché avec de l'eau de façon appropriée, doit être capable de produire un mortier ou un béton qui conserve son ouvrabilité pendant un temps

suffisamment long et doit, après des périodes déterminées, atteindre des niveaux de résistance prescrits et aussi présenter une stabilité de volume à long terme.

Tableau des 27 produits de la famille des ciments courants

Principaux types	Notation des 27 produits (types de ciment courant)		Composition (pourcentage en masse) [a] — Constituants principaux										Constituants secondaires
			Clinker	Laitier de haut fourneau	Fumée de silice	Pouzzolanes		Cendres volantes		Schiste calciné	Calcaire		
						Naturelle	Naturelle calcinée	Siliceuse	Calcique				
			K	S	D [b]	P	Q	V	W	T	L	LL	
CEM I	Ciment Portland	CEM I	95-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM II	Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	80-94	6-20	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	90-94	—	6-10	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	80-94	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-P	65-79	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	—	—	—	6-20	—	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	80-94	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5
		CEM II/B-V	65-79	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
		CEM II/A-W	80-94	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	0-5
		CEM II/B-W	65-79	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	0-5
	Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-T	80-94	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	0-5
		CEM II/B-T	65-79	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	0-5
	Ciment Portland au calcaire	CEM II/A-L	80-94	—	—	—	—	—	—	—	6-20	—	0-5
		CEM II/B-L	65-79	—	—	—	—	—	—	—	21-35	—	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	—	—	—	—	—	—	—	—	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	—	—	—	—	—	—	—	—	21-35	0-5
	Ciment Portland composé [c]	CEM II/A-M	80-94	← 6-20 →									0-5
		CEM II/B-M	65-79	← 21-35 →									0-5
CEM III	Ciment de haut fourneau	CEM III/A	35-64	36-65	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique [c]	CEM IV/A	65-89	—	← 11-35 →					—	—	—	0-5
		CEM IV/B	45-64	—	← 36-55 →					—	—	—	0-5
CEM V	Ciment composé [c]	CEM V/A	40-64	18-30	—	← 18-30 →			—	—	—	—	0-5
		CEM V/B	20-38	31-50	—	← 31-50 →			—	—	—	—	0-5

a) Les valeurs indiquées se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.

b) La proportion de fumées de silice est limitée à 10 %.

c) Dans le cas des ciments Portland composés CEM II/A-M et CEM II/B-M, des ciments pouzzolaniques CEM IV/A et CEM IV/B et des ciments composés CEM V/A et CEM V/B, les constituants principaux, autres que le clinker, doivent être déclarés dans la désignation du ciment (voir un exemple à l'article 8)

Les constituants principaux du ciment

Clinker (K) : le clinker est obtenu par calcination à 1450° d'un mélange fixé avec précision de matières premières (farine crue, pâte) contenant des éléments couramment exprimés en oxydes (CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3) et de petites quantités d'autres matières. Le clinker est un matériau hydraulique qui doit être constitué d'au moins deux tiers en masse de silicates de calcium. Il est la base du ciment de Portland, des ciments courants.



Cimenterie



Le clinker, composant principal du ciment courant, est généralement inadapté pour la réalisation des enduits sur bâti ancien en pierres, briques ou terre.

Laitier granulé de haut fourneau (S) : le laitier granulé de haut fourneau est obtenu par refroidissement rapide du laitier fondu de composition adaptée provenant de la fusion du minerai de fer dans un haut fourneau ; il contient au moins deux tiers en masse de laitier vitreux et présente des propriétés hydrauliques après avoir subi une activation convenable.

Matériaux pouzzolaniques (P, Q) : les matériaux pouzzolaniques sont des substances naturelles siliceuses ou silico-alumineuses, ou une combinaison de celles-ci. Les matériaux pouzzolaniques ne durcissent pas par eux-mêmes lorsqu'ils sont mélangés avec de l'eau mais, lorsqu'ils sont finement broyés, ils réagissent à température ambiante, en présence d'eau, avec l'hydroxyde de calcium [$Ca(OH)_2$] dissous, pour former des composés de silicates de calcium et d'aluminates de calcium générateurs de résistances.

Pouzzolane naturelle (P) : les pouzzolanes naturelles sont en général des matériaux d'origine volcanique ou bien des argiles cuites ayant une composition chimique et minéralogique appropriée.

Pouzzolane naturelle calcinée (Q) : les pouzzolanes naturelles calcinées sont des matériaux d'origine volcanique, des argiles, des schistes ou des roches sédimentaires activés thermiquement.

Cendres volantes (V, W) : les cendres volantes sont obtenues par précipitation électrostatique ou mécanique de particules pulvérulentes contenues dans les fumées des chaudières alimentées au charbon pulvérisé.
Les cendres volantes peuvent être de nature siliceuse ou calcique. Les premières ont des propriétés pouzzolaniques ; les secondes peuvent avoir, en plus, des propriétés hydrauliques.

Cendre volante siliceuse (V) : la cendre volante siliceuse est une poudre fine constituée de particules principalement sphériques ayant des propriétés pouzzolaniques. Elle est essentiellement constituée de silice (SiO_2) réactive et d'alumine (Al_2O_3). Le restant contient de l'oxyde de fer (Fe_2O_3) et d'autres composants.

Cendre volante calcique (W) : la cendre volante calcique est une poudre fine ayant des propriétés hydrauliques et/ou pouzzolaniques. Elle est essentiellement constituée d'oxyde de calcium (CaO) réactif, de silice (SiO_2) réactive et d'alumine (Al_2O_3).

Schiste calciné (T) : le schiste calciné, et en particulier le schiste bitumineux calciné, est produit dans un four spécial à une température d'environ 800°C. En raison de la composition des matériaux naturels et du procédé de production, le schiste calciné contient des phases du clinker. Il contient également des quantités importantes d'oxydes réagissant de façon pouzzolanique, notamment SiO_2. En conséquence, le schiste calciné finement broyé présente des propriétés fortement hydrauliques, comme le ciment Portland.

Calcaire (L, LL) : le calcaire doit respecter les exigences suivantes :

La teneur en carbonate de calcium ($CaCO_3$) calculée à partir de la teneur d'oxyde de calcium (CaO) doit être supérieure ou égale à 75 % en masse ; la teneur en argile déterminée par l'essai au bleu de méthylène conformément à l'EN 933-9 ne doit pas être supérieure à 1,20 g/100 g.

La teneur totale en carbone organique (TOC) doit être conforme à l'un des critères suivants :

LL : inférieure à 0,20 % en masse.

L : inférieure à 0,50 % en masse.

Fumée de silice (D) : la fumée de silice provient de la réduction de quartz de grande pureté par du charbon dans des fours à arc électrique utilisés pour la production de silicium et d'alliages de ferrosilicium ; elle est formée de particules sphériques contenant au moins 85 % en masse en silice amorphe.

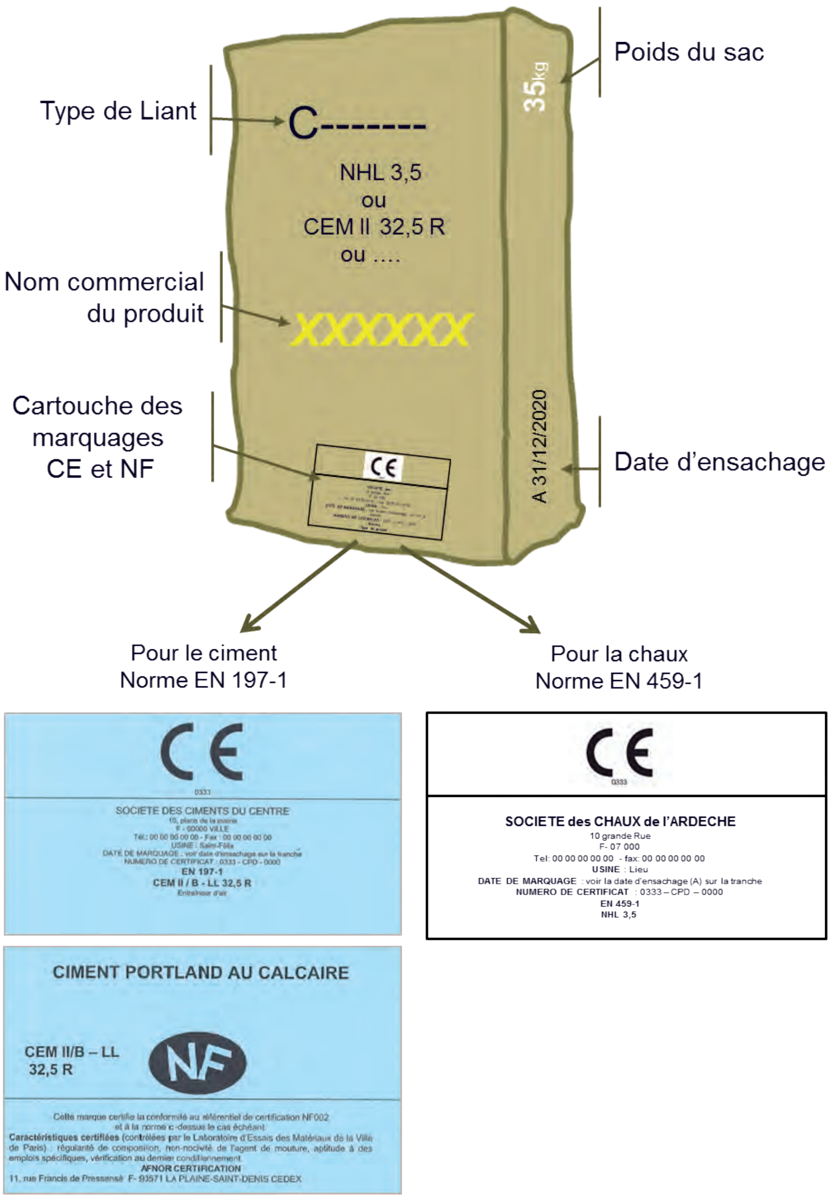
Sulfate de calcium : le sulfate de calcium est ajouté aux autres constituants du ciment au cours de sa fabrication, pour réguler la prise.

NOTE : les ciments blancs sont des CEM I ou des CEM II conformes à la norme NF EN 197-1. La blancheur des ciments blancs n'est pas une caractéristique normalisée. Elle est due à l'absence d'oxydes de fer, de chrome, de manganèse, etc., dans la matière première.

Marquage des sacs de ciments

Dans le cas de ciment en sacs, il convient que le marquage de conformité CE, le numéro d'identification de l'organisme de certification et les informations d'accompagnement données ci-dessous soient apposés soit sur le sac, soit sur les documents commerciaux d'accompagnement, ou encore sur ces deux supports.

Lire un sac de Liant



1.3.1.3 Alumineux fondu NF P 15-315 « Ciments Alumineux »

Le ciment alumineux fondu a pour symbole normatif : CA. C'est un liant hydraulique qui résulte de la mouture, après cuisson jusqu'à fusion, d'un mélange composé principalement d'alumine, de chaux, d'oxydes de fer et de silice. L'alumine (Al_2O_3) représente au moins 30 % de la masse du ciment. Ce ciment a une prise lente mais il est très résistant aux milieux agressifs. Ses utilisations sont nombreuses : bétons réfractaires, sols soumis à des chocs, à un fort trafic ou à la corrosion, canalisations, ouvrages d'assainissement, réparations, scellements, etc.

1.3.1.4 Le Ciment naturel : NF P 15-314 « Ciment Naturel Prompt ». CNP Ce ciment peut être employé seul ou avec un autre liant.

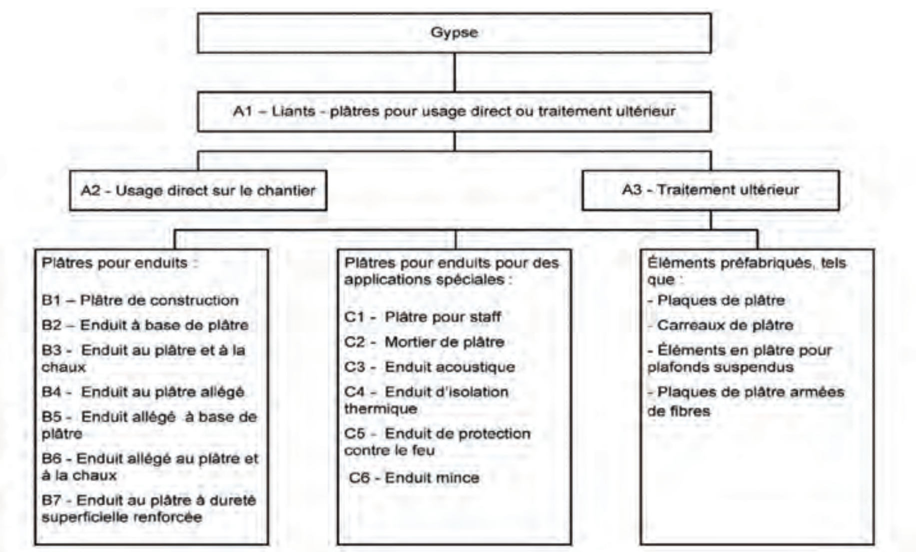
Le ciment prompt naturel apparaît sous la mention abrégée CNP.

Le ciment prompt naturel, à prise rapide, résulte de la cuisson à température de 1200°C d'un calcaire argileux de composition régulière, extrait de bancs homogènes, suivie d'un broyage très fin.

Le ciment prompt naturel est caractérisé par la présence de silicate de calcium, essentiellement sous forme de silicate bicalcique actif, d'aluminate de calcium riche en aluminate et de sulfo-aluminate de calcium qui est une spécificité du produit.

1.3.1.5 Le plâtre NF EN 13279-1 « Liants-plâtres et enduits à base de plâtre pour le bâtiment »

La désignation des liants-plâtres et plâtres pour enduit.



Définition des différents plâtres :

Liant-plâtre : liant composé de sulfate de calcium dans ses diverses phases d'hydratation, telles que hémi hydrate ($CaSO_4 . 0,5 H_2O$) et anhydre ($CaSO_4$).

Plâtre pour enduit (plâtre de construction pré-mélangé) : tous les types de plâtres de construction, enduits à base de plâtre et enduits au plâtre et à la chaux, utilisés dans le bâtiment.

Plâtre de construction : plâtre pour enduit constitué d'au moins 50 % de sulfate de calcium comme élément principal actif et d'un maximum de 5 % de chaux (hydroxyde de calcium).

Enduit à base de plâtre (voir dosage) : plâtre pour enduit constitué de moins de 50 % de sulfate de calcium comme élément principal actif et d'un maximum de 5 % de chaux (hydroxyde de calcium).

Enduit au plâtre et à la chaux : plâtre de construction ou enduit à base de plâtre contenant plus de 5 % de chaux (hydroxyde de calcium).

Enduit au plâtre allégé : plâtre pour enduit comportant soit des granulats inorganiques légers, comme de la perlite ou de la vermiculite expansée, soit des granulats organiques légers.

Enduit au plâtre à dureté superficielle renforcée : plâtre pour enduit formulé spécialement pour satisfaire aux exigences de dureté superficielle renforcée.

Plâtre pour staff : plâtre spécial pour la fabrication et l'assemblage de staff.

Mortier de plâtre : plâtre formulé spécialement pour la production de mortier de plâtre destiné à assembler les briques de murs et de cloisons non porteurs et non exposés à l'eau.

Autres enduits au plâtre : enduit d'isolation thermique, enduit de protection contre le feu.

Plâtre pour enduit mince : plâtre spécial, généralement appliqué en épaisseurs de 3mm à 6mm.

Additifs et adjuvants : produits (ni granulats ni liants) tels que charges, fibres, pigments, chaux de construction (< 5 %), retardateurs de prise, entraîneurs d'air, d'eau et plastifiants, ajoutés au plâtre pour enduit afin d'améliorer ses propriétés ou d'obtenir des propriétés particulières.

Plâtre pour enduit manuel : plâtre pour enduit dont la formule convient à une application manuelle, mélangé par lots avec de l'eau et appliqué manuellement sur le support.

Plâtre pour enduit projeté : plâtre pour enduit dont la formule convient à une application mécanique, mélangé avec de l'eau à la consistance requise et appliqué sur le support à l'aide d'une machine de projection.

Système d'enduit monocouche : plâtre pour enduit appliqué en une seule couche, qui remplit toutes les fonctions d'une sous-couche et d'une couche de finition.

Système d'enduit multicouche : plâtrage nécessitant au moins deux couches d'enduit, y compris la couche de finition.

Produit de finition : enduit de finition pour application finale afin d'obtenir une surface lisse. Appliqué en épaisseurs de 0,1mm à 3,0mm.





Parmi tous les plâtres existants, seul le plâtre gros sera traité dans le cadre de ce guide. Il est conforme à la norme NF B12-301, fabriqué sans aucun ajout, et il pourra être utilisé pour la restauration des Monuments Historiques.

On utilise la chaux aérienne exclusivement avec du plâtre gros. Les chaux hydrauliques HL et les chaux formulées FL sont à proscrire. Le plâtre ne doit jamais être mélangé avec du ciment.

Tableau comparatif de quelques critères des liants principaux :

	Chaux		Ciments		Plâtre
Liants	**CL**	**NHL**	**Ciments naturels**	**Ciment Portland (CEM)**	**Plâtre gros**
Hydraulicité	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
Extinction	OUI	OUI	NON	NON	NON
T° de cuisson	900°C	800 à 1000°C	900°C	1450°C	200°C
Matière première	Une seule	Une seule	Une seule	Mélange de plusieurs	Une seule
Couleur	Blanc	Blanc à gris clair	Jaune ocre à brun	Gris ou blanc	Blanc

1.3.1.6 Autres exemples de liants minéraux

Les gommes, l'argile (sans cuisson), le bitume, l'asphalte.

1.3.1.7 Les liants organiques naturels (adjuvantation des mortiers) :

Végétale : les huiles, l'amidon…

Animale : caséine (lait), colle de peau, œuf…



Colle de peau



Lait caséine

1.3.2 Les granulats

1.3.2.1 Le sable

Le sable représente une part importante de la masse d'un mortier d'enduit. Le sable est formé de granulats fins qui résultent de la désagrégation naturelle ou artificielle d'une roche mère. Le sable fait partie de la famille des granulats qui comprend : les fines, les sables, les gravillons, les graviers et les cailloux.

Granulométrie	***Appellation***
Grains inférieurs à 0,063 millimètre	fines
Grains de 0 à 1 millimètre	sable fin
Grains de 0 à 2 millimètres	sable moyen
Grains de 0 à 4 millimètres	sable gros (courant)
Grains de 5 à 10 millimètres	Gravillon

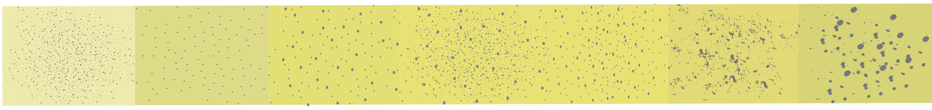
Un bon sable pris en main ne doit pas rester aggloméré après avoir été serré : sec, il doit crisser ; il ne doit pas laisser de dépôt adhérent à la main. Les sables peuvent être des sables fluviaux ou de rivière, des sables marins ou dunaires, des sables de carrière, des sables granitiques, des sables concassés, des sables expansés.

Le choix du bon sable repose sur un ensemble de critères à prendre en compte, dont une bonne granulométrie.

La granulométrie correspond à la répartition massique des éléments de différents diamètres. Elle se mesure après passages successifs du sable dans des tamis à sections de mailles décroissantes. D'après la norme **NF EN 13139**, les mortiers d'enduits sont confectionnés avec des sables de catégorie 2, c'est à dire des sables de classe granulaire comprise entre 0/2 et/ou 0/4 et avec un taux de fine inférieur à 5 %. La norme NF EN 13055 qualifie les granulats légers.

L'utilisation d'un sable trop fin, comportant souvent une granulométrie régulière (mono granulaire), risque d'imposer un surdosage en liant. Ce surdosage est souvent une des causes du faïençage et de la microfissuration.

Argile	Limon	Sable fin	Sable moyen	Sable gros	Gravillon	Gravier
< à 2 µm	de 0 à 63 µm	de 0 à 1 mm	de 0 à 2 mm	de 0 à 4 mm	de 5 à 20 mm	de 21 à 40 mm





Sable fin lavé



Sable concassé angulaire



Sable de Loire



Sable de l'Yonne

1.3.2.2 Les fines :

Les fines sont présentes dans certains sables non lavés. Ce sont les particules de diamètre inférieur à 0,063mm. Parmi elles se trouvent des argiles. Il est déconseillé d'utiliser des sables trop chargés en fines (argiles) dans un mortier d'enduit car cela peut entraîner des désordres.

Ne pas utiliser un sable trop chargé en fines d'argile. Certaines fines argileuses peuvent provoquer des retraits importants ou maintenir l'eau dans le mur, ce qui peut entraîner des désordres. Ne pas compenser l'absence de fines par un excédent de liant (qui comporte également des éléments fins) qui pourrait engendrer des désordres.

Choisir son sable

Utiliser un sable chimiquement inerte et exempt d'impuretés chimiques ou organiques, propre, mais pas trop lavé.

En relation avec la quantité de liant, les fines peuvent être tolérées à hauteur de 15 % du poids de l'agrégat.

Le foisonnement

Le sable immergé (sable saturé en eau, qui repose sous un volume d'eau) occupe le même volume que lorsqu'il est sec :

Volume de sable humide/volume sable immergé

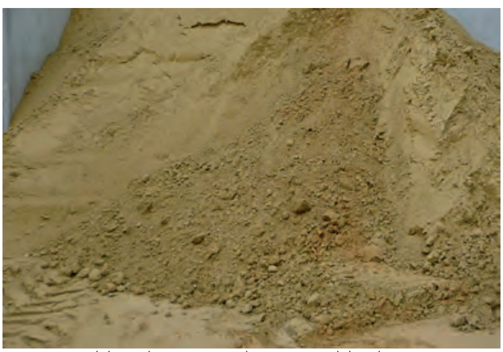
=

Coefficient de foisonnement

Par exemple, pour effectuer un dosage nécessitant 4 seaux de sable sec, on multipliera cette quantité par le coefficient de foisonnement.
Si le coefficient de foisonnement est 5/4=1,25 :
4 seaux x 1,25= 5 seaux de sable humide.
Le principe de foisonnement oblige à corriger le volume initial, en ajoutant sur le chantier un seau de sable humide.

Régler et adapter le dosage du sable en fonction de son humidité.
Sans connaissance de la quantité de fines ni maîtrise de l'humidité du sable, il pourrait y avoir des problèmes de faïençage.

➔ Voir la fiche « mesure du foisonnement des sables » en partie IV : Boîte à outils.



Sable à lapins non lavé ou sable de terre



Sable de moselle lavé

L'efflorescence

Les efflorescences sont des taches blanchâtres qui ressortent en surface de l'enduit.

Eviter l'emploi de sable de mer car, insuffisamment lavé, il risque de provoquer des efflorescences.

1.3.2.3 Les pouzzolanes

Les pouzzolanes sont à l'état dit « naturel » composées d'un mélange d'alumine, de silice, de chaux et de fer en proportions variables. Certains matériaux peuvent être transformés en pouzzolanes dites « artificielles ». Il s'agit par exemple de la poudre d'argile ou de la brique pleine cuite pilée ou encore du schiste calciné, du basalte calciné, des scories métallurgiques et des cendres de houille.

Bon à savoir

Les pouzzolanes, intégrées au mortier de chaux, procurent une certaine hydraulicité au mélange. On constate dans les mortiers une augmentation des résistances mécaniques, un accroissement de la compacité et une diminution de la perméabilité.
Voir chap. 1.3.1.2 ciment courant.

Le clinker apparaît dans la norme comme un élément pouzzolanique.

Le choix de l'agrégat est capital dans la réalisation d'un mortier d'enduit. Le tableau ci-dessous présente les matériaux à utiliser avec prudence.

Certains matériaux peuvent entraîner des désordres dans des mauvaises conditions d'utilisation, par exemple :

Matériaux	Réactions
Argiles Schistes Roches en desquamation	Ils gonflent à l'humidité et sont donc trop gélifs et trop peu stables pour être utilisés dans la conception des enduits.
Gypse	Réaction chimique qui attaque les calcaires et les métaux par le soufre.
Bois, paille, etc.	Ils peuvent pourrir et donc changer de volume et de structure.

1.3.2.4 L'eau

L'eau employée pour le gâchage du mortier doit répondre aux prescriptions de la norme NF EN 1008. L'eau potable est la mieux adaptée aux travaux de gâchage.

L'eau rentre dans la composition des mortiers et du plâtre afin de rendre plastiques les mélanges poudreux ; elle permet la carbonatation des chaux, et la prise des chaux hydrauliques.

L'eau doit être propre et conforme à la norme NF P18.303. Il est conseillé d'utiliser de l'eau potable.

Dans le cas contraire, il convient d'être attentif à ne pas utiliser de l'eau chargée en sels solubles (sulfates, nitrates, chlorure).

Dans le cas de l'eau de mer, l'usage traditionnel est attesté mais il est maintenant à proscrire (apparition de nuances, d'efflorescences).

Attention, ne pas utiliser d'eau usée, d'eau polluée ou d'eau acide pour la réalisation du mortier. L'eau de pluie est à éviter (faire attention à la provenance de l'eau). Exemple du traitement de toiture, des pollutions urbaines.

Il faut également être attentif à l'estimation de la quantité d'eau nécessaire à la mise en œuvre d'un mortier. Il existe de nombreux facteurs qui déterminent la quantité d'eau, notamment l'humidité du sable, sa compacité, sa granulométrie, mais aussi le type de chaux utilisée.

Un manque d'eau dans le mortier provoque généralement un manque d'adhérence, une difficulté de mise en œuvre et une mauvaise prise.

Un excès d'eau dans le mortier peut provoquer un retrait important lors du séchage de l'enduit ; cela engendre généralement des micro-faïençages voir des fissures.

Bon à savoir

La veille de l'application de l'enduit, la plupart des supports doivent être généreusement mouillés jusqu'à saturation en eau, et si besoin remouillés une ou deux heures avant l'application. Pour les enduits intérieurs, un mouillage mesuré est suffisant.



1.3.2.5 Les pigments, terres et oxydes

Les pigments sont des poudres colorées, insolubles, d'origine minérale.

Ils sont utilisés traditionnellement pour peindre des parements, seuls ou mélangés à un lait de chaux.

Ils sont aussi mélangés aux mortiers pour les colorer dans la masse (norme NF P 15-201-1). La norme prévoit de ne pas dépasser 3 % du poids de chaux (en fonction de la granulométrie et de la propriété du sable).

OCRES ou TERRES	OXYDES
Ocre rouge	Oxyde jaune
Ocre jaune	Oxyde rouge
Terre de Sienne naturelle	Oxyde bleu
Terre de Sienne calcinée	Oxyde vert
Terre d'ombre naturelle	Oxyde brun
Terre d'ombre calcinée	Oxyde noir
Noir minéral	
Noir de vigne / Noir d'ivoire	



Ocre jaune



Oxyde vert



Sienne naturelle



Ombre naturelle surfine



Oxyde de fer rouge

Pour les enduits teintés en masse, le NF DTU 26.1 prévoit une limite maximale de 3 % de pigments par rapport au poids du liant. L'apport de pigment est considéré comme un ajout de fines dont les effets sur l'enduit peuvent conduire à l'apparition de fissuration.

Certains pigments peuvent modifier les propriétés d'un mortier. Il faut vérifier la compatibilité du pigment avec le liant. Les terres naturelles et les ocres sont adaptées, en revanche certains oxydes peuvent être problématiques avec certaines chaux (milieu alcalin).

Exemple : les oxydes métalliques provoquent des réactions avec la chaux. L'ocre est rétentrice d'eau, ce qui modifie la plasticité du mortier.

1.3.2.6 Les adjuvants

Les adjuvants sont des produits qui, ajoutés en faible quantité au mortier, en améliorent certaines propriétés. On en distingue deux types : les adjuvants ayant une action sur les caractéristiques de mise en œuvre des mortiers et ceux intervenant sur les propriétés des mortiers durcis.

Les adjuvants permettent : de faciliter la mise en œuvre des mortiers, d'améliorer la carbonatation, de maintenir l'ouvrabilité, d'améliorer le mortier, d'améliorer la prise du mortier, d'aider à la fixation des pigments, etc.

Les adjuvants doivent être incorporés aux mortiers dans des quantités très faibles, inférieures à quelques % du poids de liant.

Les adjuvants contemporains doivent être utilisés conformément aux normes et prescriptions du fabricant, il convient de vérifier la compatibilité de l'adjuvant avec le liant (exemple de la chaux comme milieu alcalin).

Types d'adjuvants pour les enduits :

Hydrofuge
Fixateur
Accélérateur
Retardateur
Durcisseur
Mouillant
Rétenteurs d'eau
Favorisant la cohésion et la plasticité
Entraîneurs d'air

Les adjuvants ont souvent plusieurs effets secondaires à prendre en compte. Se conformer aux prescriptions du fabricant pour les adjuvants de synthèse.

Exemple : Le savon crée des bulles d'air dans le mélange qui offre une plasticité au mortier. Cet « adjuvant » est à manier avec une grande prudence.

1.3.2.7 L'air

L'air est un élément important, souvent oublié, dans la réalisation de l'enduit. L'air est pourtant le principal acteur de la carbonatation de la chaux par sa teneur en dioxyde de carbone (CO_2).

D'après la norme du DTU 26.1, il est admis que les travaux d'enduits exclusivement

à la chaux doivent être exécutés lorsque la température est comprise entre **+8°C et +25°C** (pour les enduits à la chaux).

Ne pas entreprendre de travaux d'enduit en période hivernale (température inférieure à 8°C) et en période de forte chaleur (température supérieure à 25°C). Respecter ces conditions pendant toute la période de prise de l'enduit.

Bon à savoir

Plusieurs précautions doivent être prises pour la réalisation d'un enduit :

Etre attentif à l'exposition du support (à l'ombre ou en plein soleil)
Etre attentif au vent dominant (une exposition intense de la façade à enduire aux vents va accélérer involontairement le temps de prise avec un risque important de faïençage).
Etre vigilant à l'humidité ambiante (hygrométrie) : éviter les travaux d'enduit pendant les périodes de brouillard, par exemple.
Vérifier la protection du support contre un échauffement excessif dû au rayonnement solaire ou une exposition à la pluie trop importante.

Les températures doivent être positives pendant au moins 30 jours à partir de l'application de l'enduit et pas uniquement au moment de son application.

1.4 Les Données réglementaires et de Sécurité

1.4.1 Les ouvrages de référence de techniques applicatives

1.4.1.2 La NORME : NF DTU 26. 1 P1 - 1er avril 2008 (extrait) P 15-201-1-1

Domaine d'application

« Le présent document définit les règles de préparation et d'exécution des enduits épais en mortier de ciment, de chaux hydrauliques, de chaux aériennes, de mélange plâtre et chaux aérienne, appliqués sur les supports suivants :

- *Maçonneries neuves ou anciennes de pierre, briques de terre cuite, blocs en béton, montés au mortier ou liants hydrauliques ;*
- *Bétons courants ou soignés, bétons caverneux, bétons de granulats légers ;*
- *Maçonneries de blocs en béton cellulaire autoclavées ;*
- *Lattis métalliques ;*
- *Maçonneries en moellons, à pierres vues ;*

- *Maçonneries anciennes montées aux mortiers peu résistants ou de plâtre, sauf les enduits sur les monuments historiques, sur les édifices implantés dans les sites faisant l'objet d'une protection patrimoniale au titre du code du patrimoine, du code de l'urbanisme ou du code de l'environnement et sur les bâtiments anciens patrimoniaux.*

NOTE : *Les travaux d'enduits sur le patrimoine protégé au titre des monuments historiques sont traités par le livre I – Fascicule technique – Ouvrage de maçonnerie du Ministère de la Culture et de la Communication et de la Direction de l'Architecture et du Patrimoine. »*

1.4.1.3 Ouvrages de maçonnerie – JUIN 2006. Ministère de la culture et de la communication - Direction de l'architecture et du patrimoine.

Livre I – fascicule technique

« Le présent fascicule technique rappelle ou précise tout le processus d'études préalables et de projets et fixe les prescriptions techniques de restauration des ouvrages en maçonnerie, dans le cadre des travaux réalisés sur le patrimoine protégé au titre des monuments historiques.
Il est aussi destiné à déroger aux normes et à compléter la réglementation en vigueur et renvoie, si nécessaire, au cahier des clauses techniques particulières qui, lui, définit plus précisément les prescriptions techniques et les modalités d'exécution spécifiques à chaque marché de restauration.
De manière générale, lorsque les recommandations techniques différeront des techniques courantes définies dans les DTU ou normes, il conviendra de le signaler à l'assurance et d'ajouter une clause dans le contrat.

1.4.1.4 Règles professionnelles pour la mise en œuvre sur terre crue

Document disponible à la SEBTP.

1.4.1.5 Règles professionnelles de la Construction en chanvre (Juillet 2012)

Documentation à la SEBTP

1.4.2 Les données de sécurité

Les informations concernant les données de sécurité d'un produit sont rédigées dans un document intitulé FDS : Fiche de Données Sécurité. Ces fiches sont disponibles sur demande ou sur les sites des fabricants.

Pour des explications détaillées sur la FDS :

➔ Voir la fiche 5 du chapitre IV – Boîte à Outils

Une FDS comporte plusieurs sections, conformément au règlement (CE) n°1907/2006 :

SECTION 1 : Identification de la substance/du mélange et de la société/entreprise

SECTION 2 : Identification des dangers

SECTION 3 : Composition/informations sur les composants

Le N° de C.A.S. (Chemical Abstracts Service) définit un composant chimique du matériau.

Chaux Aérienne éteinte - CL :

Di-hydroxyde de Calcium Ca(OH)2 : N° CAS : 1305-62-0 N° EINECS : 215-137-3

Chaux Aérienne éteinte - DL :

Tétra-hydroxyde de Calcium et magnésium N° CAS : 39445-23-3 N° EINECS : 254-454-1

La chaux hydraulique naturelle – NHL : N° CAS : 85117-09-5 N° EINECS : 285-561-1

La NHL est produite par calcination de calcaires plus ou moins argileux ou siliceux avec réduction en poudre par extinction, avec ou sans broyage. Toutes les NHL ont la propriété de faire prise et de durcir en présence d'eau. Le dioxyde de carbone présent dans l'air contribue également au processus de durcissement.

Ses composants principaux peuvent être :

Dihydroxyde de calcium	N° CAS : 1305-62-0	N° EINECS : 215-137-3
Silicate de calcium	N° CAS : 10034-77-2	N° EINECS : 233-107-8
Carbonate de calcium	N° CAS : 471-34-1	N° EINECS : 207-439-9

La chaux hydraulique – HL :

La chaux hydraulique est un liant constitué de chaux et d'autres matériaux tels que le ciment, le laitier de haut fourneau, les cendres volantes, le filler calcaire et autres matières appropriées. Elle a la propriété de faire prise et de durcir en présence d'eau. Le dioxyde de carbone présent dans l'air contribue au processus de durcissement.

Ses composants principaux peuvent être :

Chaux hydraulique naturelle - NHL	N° CAS : 85117-09-5	N° EINECS : 285-561-1
Clinker Portland	N° CAS : 65997-15-1	N° EINECS : 266-043-4
Calcaire, et de sulfate de calcium	N° CAS : 7778-18-9 & 10101-41-1	N° EINECS : 231-900-3

Les HL peuvent contenir des adjuvants et colorants en faibles quantités.

La chaux Formulée - FL :

La chaux formulée est une chaux ayant des propriétés hydrauliques constituée principalement de chaux aérienne (CL) et/ou de chaux hydraulique naturelle (NHL) avec des matériaux hydrauliques et/ou pouzzolaniques ajoutés. Elle a la propriété de faire prise et de durcir lorsqu'elle est mélangée à de l'eau et par réaction avec le dioxyde de carbone présent dans l'air (carbonatation).

Ses composants principaux peuvent être :

Chaux Aérienne éteinte - CL	N° CAS : 1305-62-0	N° EINECS : 215-137-3
Chaux hydraulique naturelle - NHL	N° CAS : 85117-09-5	N° EINECS : 285-561-1
Clinker Portland	N° CAS : 65997-15-1	N° EINECS : 266-043-4
Laitier de haut fourneau	N° CAS : 65996-69-2	
Cendres volantes	N° CAS : 68131-74-8	
Calcaire	N° CAS : 471-34-1	N° EINECS : 207-439-9
Sulfate de calcium	N° CAS : 7778-18-9 & 10101-41-1	N° EINECS : 231-900-3.

Les FL peuvent contenir des adjuvants et colorants.

Les Ciments courants :

Ciments désignés, Ciment Portland ou Ciment Portland composé ou Ciment de haut fourneau ou Ciment Composé, visés par la norme NF EN 197-1.

Le clinker, après cuisson à environ 1450°C, est composé principalement de silicates et d'aluminates de calcium et de très petites quantités de chaux libre, magnésie, sulfate de sodium, potassium et calcium. L'ensemble est broyé. Le ciment contient de très faibles quantités d'insolubles dans lesquels on peut éventuellement trouver de la silice libre (C.A.S 14808-60-7). Le ciment peut contenir un agent réducteur de chrome hexavalent.

Les constituants principaux du ciment peuvent être les suivants :

Clinker Portland	N° CAS : 65997-15-1	N° EINECS : 266-043-4
Laitier de haut fourneau	N° CAS : 65996-69-2	
Cendres volantes	N° CAS : 68131-74-8	
Sulfate de calcium : gypse ou anhydrite	N° CAS : 10101-41-4 & 7778-18-9	
Calcaire (carbonate de calcium)	N° CAS : 471-34-1	N° EINECS : 207-439-9

Autres exemples :

Dioxyde de titane	N° CAS : 13463-67-7
Quartz	N° CAS : 14808-60-7
Fer	N° CAS : 7439-89-6

SECTION 4 : Premiers secours

SECTION 5 : Mesures de lutte contre l'incendie

SECTION 6 : Mesures à prendre en cas de déversement accidentel

SECTION 7 : Manipulation et stockage

SECTION 8 : Contrôles de l'exposition/protection individuelle

SECTION 9 : Propriétés physiques et chimiques

SECTION 10 : Stabilité et réactivité

SECTION 11 : Informations toxicologiques

SECTION 12 : Informations écologiques

SECTION 13 : Considérations relatives à l'élimination

SECTION 14 : Informations relatives au transport

SECTION 15 : Informations réglementaires

SECTION 16 : Autres informations

2- Bonnes pratiques : du bureau au chantier



2- Bonnes pratiques : du bureau au chantier

2.1 Au bureau (avant intervention) :

2.1.1 S'assurer d'une parfaite connaissance du dossier :

CCAG (Cahier des Clauses Administratives Générales),

CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières),

DCE (Dossier de Consultation des Entreprises),

MT (Mémoire Technique),

NF DTU (Norme Française des Documents Techniques Unifiés),

Normes produits,

FDS : Fiche de données et de Sécurité

Vérification entre les prescriptions du MO (Maître d'œuvre) ou du Maître d'Ouvrage (client) et la fonction et sa destination finale.

2.1.2 Questions clefs à se poser :

Ai-je bien pris connaissance du dossier ?

Ai-je rempli la fiche diagnostic et réception des supports ?

➔ Voir la fiche 3 du chapitre IV – Boîte à Outils

Ai-je toutes les informations pour établir mon devis ?

Ai-je visité le site et le bâtiment ?

Le bâtiment est-il ou était-il revêtu d'un enduit et avec quel type d'enduit ? (nature, couleur et granulométrie du sable, badigeon ?)

Le bâtiment est-il protégé au titre des Monuments Historiques ?

De quelle époque date le bâtiment ?

Quelle est la fonction première du bâtiment et quelle sera sa nouvelle utilisation ? (Très important)

Le bâtiment présente-t-il des désordres ?

Ai-je la FDS (Fiche de Données de Sécurité) au bureau, pour le transport et sur le chantier ?

➔ Voir la fiche 5 du chapitre IV – Boîte à Outils

Ai-je bien rempli la fiche « Pense-bête » : toutes les questions à se poser avant intervention.

➔ Voir la fiche 7 du chapitre IV – Boîte à Outils

Analyse attentive des documents contractuels et adéquation avec les documents normatifs.

Voir les informations sur la FDS en partie I de ce guide.

2.1.3 Vérifier les documents contractuels d'un Marché :

L'Acte d'Engagement ou le devis (marché privé)

CCAG (Cahier des Clauses Administratives Générales)

CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières)

BPU (Bordereau de Prix Unitaires) ou DPGF (Décomposition de Prix Global et Forfaitaire)

Plans

Mémoire technique (selon les marchés)

2.1.4 Etudier les documents techniques incontournables

La norme européenne, norme française des produits

Les normes d'applications, les NF DTU

Le fascicule technique du Ministère de la Culture (juin 2006)

2.2 Prendre connaissance du site et de l'édifice à restaurer (avant intervention) :

Il s'agit d'effectuer son propre diagnostic, sa propre étude de l'édifice, à savoir :

L'intérêt historique et architectural de l'édifice, sa situation, son orientation, la nature des matériaux qui le constituent, l'état de la maçonnerie, sa destination, les souhaits du maître d'ouvrage.

Les travaux d'enduits sur le patrimoine protégé au titre des Monuments Historiques sont traités par le livre I du fascicule technique « ouvrages de maçonnerie » du Ministère de la Culture et de la Communication. (juin 2006).

2.2.1 Analyse sur site et étude au bureau :

➔ Voir la fiche 6 du chapitre IV – Boîte à Outils



Terre crue



Terre cuite



Craie pierre très tendre



Pierre demi dure.



Pierre calcaire tendue



Béton Coignet

Identifier les types de supports :

Un enduit adapté en fonction de chaque type de support.
Pierre de taille tendre (tuffeau, calcaires tendres, etc.).
Pierre de taille demi-dure.
Pierre de taille dure ou ferme (granite, grès, ardoise).
Maçonnerie de moellons (repérer la nature de la pierre et la résistance du mortier).
Maçonnerie mixte (Bois/terre ; bois/pierre ; bois/briques ; silex/calcaire, etc.).
Terre cuite (briques, tuiles).
Terre crue (briques, pisé, bauge, torchis).
Supports modernes (Béton, parpaing, béton cellulaire, etc.).

Qualifier les supports à enduire :

- Avant travaux
  Le support est-il apte à recevoir un enduit ?
  Un support propre, stable, plan, non humide et rugueux.
- Après travaux
  Sans oublier l'esthétisme, la qualité principale de l'enduit est la protection et la durabilité du support, du mur.



humidification du support au balais

Proposer une méthodologie d'exécution d'un enduit

1. Le respect des trois couches

Le gobetis ou renformis, le corps d'enduit et la finition
NB : le dégrossi = le gobetis + le corps d'enduits

2. Méthode d'application du mortier

Manuellement, mécaniquement

3. Respect des temps de séchage de chaque couche
4. Proposition d'aspect et de couleur : palettes d'échantillons

Bon à savoir

Le mortier ne doit jamais être plus résistant que le support.
Il faut que le mur soit propre, débarrassé des poussières, des mousses, de toute efflorescence ou humidité.
Pour que le mortier ne transfère pas d'eau au mur, celui-ci doit être suffisamment humidifié au préalable.
Toutes les couches de l'enduit ne s'appliquent jamais en une seule fois.
Une proportion trop importante de liants nuit toujours aux mortiers car ceux-ci peuvent provoquer un retrait important et générer des microfissures.
La température doit être comprise entre ***8°C et 25°C pendant le temps de prise et le temps de durcissement*** *(au moins 1 mois).*
Ne pas enduire lorsqu'il y a des gelées nocturnes ou lorsque celles-ci sont prévues dans les deux mois suivant l'application.
L'humification des supports doit être adaptée aux supports, à leur orientation et à leur situation (intérieurs ou extérieurs).
Eviter l'excès d'eau dans le mortier, car il peut générer du micro-faïençage lors du séchage.

2.2.2 A faire sur le chantier

L'ensemble des tâches à vérifier est détaillé sous forme de fiche d'autocontrôle

➔ Voir la fiche 8 du chapitre IV – Boîte à Outils

ATTENTION : l'emploi des mortiers nécessite le port des EPI (lunettes, gants, etc.)

➔ Voir la fiche 5 du chapitre IV – Boîte à Outils

2.3 Les données utiles nécessaires à la réalisation d'un enduit

Les propositions de dosages ci-après sont données pour les liants utilisés dans le cadre de la restauration du Patrimoine Bâti.

2.3.1 Connaître, estimer la densité d'un liant

Tous les liants ne font pas la même densité et il est important de connaître cette densité pour ne pas se tromper dans les dosages.

La densité c'est le « rapport de la masse d'un corps à son volume », c'est-à-dire la masse volumique.

DENSITE DES LIANTS – RAPPORTS MASSE/LITRES					
NHL 2	NHL 3,5	NHL 5	CL 90	Plâtre Gros	CIMENT
0,600 à 0,800 kg/l	0,600 à 0,850 kg/l	0,800 à 0,850 kg/l	0,450 à 0,550 kg/l	0,900 kg/l	0,990 à 1,0 kg/l

Sur le chantier, il est important de connaître le nombre de seaux de liant que contient un sac, car d'une marque de chaux à l'autre les densités peuvent être différentes ainsi que le poids des sacs.

2.3.2 Savoir calculer le foisonnement du sable pour bien doser

Le foisonnement est l'augmentation du volume du sable en fonction de son humidité. Généralement, un sable peut atteindre plus de 10% de son volume initial.

Les dosages en sable donnés dans le NF DTU sont indiqués en sable sec. Sur le chantier, le sable est souvent humide car venant d'être livré ou sous l'emprise des conditions météorologiques. Il est donc impératif de tenir compte du foisonnement dans le dosage des mortiers en augmentant la quantité de sable en conséquence. Si on ne tient pas compte du foisonnement, on se dirige vers un surdosage en liant et un risque de faïençage des enduits.

➔ Voir la fiche 1 du chapitre IV – Boîte à Outils

2.3.3 Savoir stocker un sable

Un soin très particulier doit être apporté aux conditions de stockage du sable sur le chantier. Les sables doivent être isolés du sol, mais également isolés entre eux en cas d'usage de plusieurs types de sable.

Afin d'éviter les poussières et le développement de mousses, de végétaux, ou d'une présence excessive d'humidité, les sables devront être recouverts d'une bâche étanche.

Bon à savoir

Un sable 0/2 mm tamisé sur le chantier comportera un peu plus de fine qu'un sable préalablement calibré industriellement, et aura une courbe granulométrique mieux répartie. Son application sera plus aisée.

➔ Voir la fiche 2 du chapitre IV – Boîte à Outils

2.3.4 Savoir calculer ses dosages

Sur les chantiers, pour les enduits, les dosages se font au seau, soit tant de volume de liant pour tant de volume de sable : volume par volume. Cependant, les documents de référence donnent des dosages en kg/volume. Il faut alors convertir les kg de liant en volume.

Bon à savoir

Exemple d'un dosage d'enduit dosé à 300 kg/m³

Cela signifie 300 kg de liant pour 1 m³ de sable ou 1000 litres de sable.

Pour un sac de chaux de **35 kg**, on calculera :

$$\frac{35\ \text{kg} \times 1000\ \text{litres}}{300} =$$ 117 litres de sable, arrondis à 120 litres ou **12 seaux de 10 L de sable**

Pour un sac de chaux de **30 kg**, on calculera :

$$\frac{30\ \text{kg} \times 1000\ \text{litres}}{300} =$$ 100 litres de sable, arrondis à 100 litres ou **10 seaux de 10 L de sable**

Pour un sac de chaux de **25 kg**, on calculera :

$$\frac{25\ \text{kg} \times 1000\ \text{litres}}{300} =$$ 83 litres de sable, arrondi à 80 litres ou **8 seaux de 10 L de sable**

Pour la réalisation des enduits, il est recommandé de ne pas doser à la pelle ni à la brouette. Le respect des dosages constants et précis, y compris en quantité d'eau, permet d'obtenir un enduit de teinte homogène.

2.3.5 Exemple de dosages en fonction des supports

Les exemples de dosage présents dans ce document sont donnés à titre indicatif. Pour définir les dosages, une réflexion devra être menée en tenant compte de la spécificité du site, de l'ouvrage, de l'exposition, de l'existant et des matériaux qui composent le mortier. Les dosages de mortiers d'enduit qui suivent sont propres au bâti ancien.

Exemple 1 : enduit de mur de façade ou clôture en terre crue.

Pisé, bauge, adobe, torchis	Dosage des couches de l'enduit			
	Lait de chaux	Gobetis	Corps d'enduit*	Finition**
Chaux NHL 2	1 volume	1 volume	1 volume	1 volume
		ou		
Chaux NHL 3,5 + CL ou DL	½ volume + ½ volume	½ volume + ½ volume	½ volume + ½ volume	½ volume + ½ volume
		+		
Type de sable	-	0/4 mm	0/4 mm	0/2 ou 04 mm
Quantité de sable	-	2 à 2,5 volumes	3 à 3,5 volumes	3,5 à 4 volumes
		=		
Quantité d'eau	5 volumes	Consistance « pâte à crêpe »	Consistance « pâte à gaufre »	Consistance « beurre mou »
Epaisseur	-	5 mm	10 à 12 mm	4 à 5 mm
Temps entre les couches	-	Aucun	48 heures	10 jours mini. 30 jours = idéal

** Dans la couche du corps d'enduit, une partie du sable peut être remplacée par de la chènevotte de chanvre. Celle-ci a 2 fonctions : alléger le corps d'enduit et le renforcer. D'autres types de fibres peuvent également être intégrés.*
*** La couche de finition peut également recevoir 3 couches de badigeon à la chaux (cf Chapitre 5 – Badigeon).*



Exemple 2 : enduit de mur de façade ou d'enceinte en pierre très tendre (tuffeau, craie, etc.), briques anciennes et supports mixtes.

	Dosage des couches de l'enduit		
	Gobetis	**Corps d'enduit**	**Finition***
Chaux NHL 2*	1 volume	1 volume	1 volume
	ou		
Chaux NHL 3,5 *(si densité < 0,65)*	1 volume	1 volume	1 volume
	+		
Type de sable	0/4 mm	0/4 mm	0/2 à 04 mm
Quantité de sable	2 volumes	3 volumes	3 à 4 volumes
	=		
Quantité d'eau	Consistance « pâte à crêpe »	Consistance « pâte à gaufre »	Consistance « beurre mou »
Epaisseur	5 mm	10 à 12 mm	4 à 5 mm
Temps entre les couches	-	48 heures	10 jours mini. 30 jours = idéal

* *Généralement les chaux NHL 2 ont un temps de prise plus lent que les NHL 3,5, ce qui permet des délais plus importants pour des finitions de type talochées voire lissées.*



Hall de Richelieu

Exemple 3 : enduit de façade sur des murs en pierre demi-ferme, ferme et dure (calcaire, granite, basalte, etc.) et supports mixtes.

	Dosage des couches de l'enduit		
	Gobetis	**Corps d'enduit**	**Finition***
Chaux NHL 3,5 *(si densité < 0,65)*	1 volume	1 volume	1 volume
		et	
Type de sable	0/4 mm	0/4 mm	0/2 à 04 mm
Quantité de sable	2 à 2,5 volumes	3 volumes	3 à 4 volumes
		=	
Quantité d'eau	Consistance « pâte à crêpe »	Consistance « pâte à gaufre »	Consistance « beurre mou »
Epaisseur	5 mm	10 à 12 mm	4 à 5 mm
Temps entre les couches	-	48 heures	10 jours mini. 30 jours = idéal



Eglise en Bourgogne

Exemple 4 : enduit à « pierres vues » ou « rejointoiement » sur des murs de clôture, murs de douves et berges, murs perrés, supports en pierre demi-ferme, ferme et dure (calcaire, granite, basalte, etc.).

	Dosage des couches de l'enduit	
	Renformis	**Finition**
Chaux NHL 5/HL 5	1 volume	1 volume
	ou	
Chaux NHL 3,5	1 volume	1 volume
	ou	
Chaux NHL 3,5 + Ciment Prompt	2/3 volume + 1/3 volume	3/4 volume + 1/4 volume
	+	
Type de granulat	0/4 à 0/8 mm	0/4 mm
Quantité de sable	3 volumes	3 à 4 volumes
	=	
Quantité d'eau	Consistance « pâte à crêpe »	Consistance « beurre mou »
Epaisseur	5 mm	10 à 12 mm
Temps entre les couches	-	48 heures

** Quantité d'eau variable en fonction de l'humidité du sable. Il est impératif de bien noter les dosages en eau afin d'éviter les variations d'une journée à l'autre, lesquelles impliquent des variations de teintes.*



Mur de clôture

Exemple 5 : enduit de soubassement

Les soubassements sont souvent problématiques, car ils doivent être résistants aux chocs et aux rejaillissements des eaux de pluie en limitant les remontées capillaires et en laissant au mur son pouvoir d'échange hygrométrique.

A cela peut s'ajouter une contrainte esthétique de couleur ou de type de finition.

Pour répondre à cette problématique récurrente, la solution est de réaliser un mortier d'enduit à base de 2 liants naturels : la chaux NHL et le Ciment Prompt Naturel (CNP).

	Dosage des couches de l'enduit		
	Gobetis	***Corps d'enduit***	***Finition****
Chaux NHL 3,5 + Ciment Prompt	½ volume + ½ volume	2/3 volume + 1/3 volume	3/4 volume + 1/4 volume
		et	
Type de granulat	0/4 mm	0/4 à 0/8 mm	0/2 ou 04 mm
Quantité de sable	2 volumes	3 volumes	3 à 4 volumes
		=	
Quantité d'eau	Consistance « pâte à crêpe »	Consistance « pâte à gaufre »	Consistance « beurre mou »
Epaisseur	5 mm	10 à 12 mm	4 à 5 mm
Temps entre les couches	-	Aucun	10 jours mini.

Bon à savoir

L'usage du Ciment Prompt Naturel va accélérer le début de prise du mortier. Il est préférable de faire un essai avant l'application de l'enduit.



Chaux prompt Soubassement

Exemple 6 : enduit de mortier de plâtre & chaux

Les supports de nature à accepter les enduits de plâtre et chaux sont : les pierres naturelles hourdées au plâtre, à la chaux ou à la terre ; les briques en terre cuite ; les pisés et torchis, voire certains supports récents de type béton, blocs béton, béton cellulaire, brique creuse.

Certains autres supports lisses ou « étanches » de types revêtements plastiques épais, peintures de façade acryliques, vinyliques ou toutes peintures filmogènes, ne sont pas compatibles avec ce type d'enduit.

⚠ *Pour les reprises de maçonnerie hourdées au plâtre, il faudra reprendre ou « remailler » celles-ci avec un mortier adapté de type plâtre/chaux/sable. Dans ce cas, l'usage d'un mortier contenant du ciment est à proscrire.*

Pour réaliser ce type d'enduit, on emploie régulièrement :

un plâtre gros sans ajout ni retardateur (Norme NF B 12-301 PGM-1N),

une chaux aérienne de type CL 90 (Norme EN 459-1),

un sable 0,4 à 0,2 mm (Norme NF P 18-301).

Chacun de ces composants a un rôle dans l'enduit :

- La chaux aérienne durcit à long terme et permet la respiration des enduits.
- Le plâtre gros ou « grossier », grâce à sa prise rapide, permet la fabrication de modénatures importantes et décoratives en façades.
- Le sable donne un enduit plus résistant à l'abrasion et aux chocs et facilite la respiration intérieure de l'enduit, contribuant ainsi au durcissement progressif de la chaux aérienne par carbonatation.

Un enduit avec ces 3 composants demande moins d'eau, ce qui procure un enduit moins poreux et moins sensible à la pluie.

Quelques bonnes pratiques pour réussir ce type d'enduit

La préparation des supports :

- La mise hors d'eau parfaite de la façade doit être réalisée avant tous travaux.
- Les anciens enduits friables seront purgés.
- Les joints seront éventuellement regarnis avec un mortier plâtre/chaux ; on peut incorporer des briques ou moellons pour le bouchage de trous importants.
- Les reprises de maçonnerie doivent être effectuées en mortier plâtre/chaux/sable.
- Un dépoussiérage à sec et une humidification préalable à l'enduisage seront réalisés.
- Les fers existants doivent être passivés ou purgés.

La réalisation du mélange :

- Les mélanges s'effectuent à sec, il est donc nécessaire d'avoir un sable le plus sec possible.
- Pour le gâchage, on verse le mélange dans l'eau et dans un bac à gâcher.
- On gobette le support avec le mortier liquide et on dresse ensuite avec le mortier qui débute sa prise.
- Faire de petites quantités : le temps de prise du mortier est d'environ 10 à 20 minutes selon les conditions météo conformes au DTU (+8° à +30°C).
- On procède par panneautage pour les enduits car on ne peut faire que de petites surfaces par passe.

La réalisation de l'enduit :

- Les enduits de façade peuvent être arrêtés à chaque niveau de plancher par une modénature. Celle-ci, généralement sous forme de bandeaux, est recouverte de zinc. Cette protection en zinc aura une pente vers l'extérieur et sera munie d'une goutte d'eau.
- L'emploi en soubassement est proscrit.
- Les mortiers sont appliqués manuellement.
- La projection mécanique n'est pas possible avec des mélanges faits sur chantier.
- Les finitions « jeté truelle » ou « feutrées » sont proscrites.
- Un badigeon de chaux aérienne en finition est conseillé.

Bon à savoir

Avant la pose du badigeon, il faudra attendre un complet séchage de l'enduit : 1 à 2 mois en moyenne, plus si nécessaire. A ce titre, il est prudent de réaliser le badigeon la saison suivante.

Les dosages possibles :

PLATRE GROS	SABLE de 0/1 à 0/4 mm	CHAUX CL 90	EAU	FINITION(S)
3 volumes	2 volumes	1 volume	2,5 volumes	Badigeon à la chaux aérienne vivement conseillé.
A) 4 volumes	1 volume	1 volume	2,5 volumes	Il faut proscrire les peintures filmogènes.
B) 2 volumes	2 volumes	2 volumes	2,5 volumes	VOIR FICHE BADIGEON A LA CL 90 S

Mélange A) : pour certains moulages préfabriqués.

Mélange B) : pour un enduisage épais en corps d'enduits.

2.4 Dossier des Ouvrages Exécutés – DOE (après le chantier)

Fiche de synthèse : condition d'exécution des enduits

Chantier :	
Date de début des travaux d'enduisage :	.... / .... / ....
Date de fin des travaux d'enduisage :	.... / .... / ....
Température minimale relevée au cours des travaux :	.... °C
Température maximale relevée au cours des travaux :	.... °C
Nombre de jours pluvieux ou très humides :	....
Nombre de jours venteux :	....
Y a-t-il eu des gelées nocturnes ou diurnes ? Combien ?	....
Situation des travaux, en intérieur ou extérieur ?	....
Quelles orientations des façades ?	....
Date de la réception des travaux d'enduisage :	.... / .... / ....
Nombre de compagnons pour ces travaux :	....
Provenance, nature et granulométrie des granulats :	Sable 1 : .... Sable 2 : .... Autres : ....
Nom commercial et normatif de la ou des chaux utilisées :	Pour le Gobetis : .... Pour le Corps d'enduit : .... Pour la finition : ....
Dosages par couche d'enduit (en vol. par vol.) :	Dosage Gobetis : .... Dosage Corps d'enduit : .... Dosage finition : ....
Application manuelle ou mécanique :	....

Objets	oui	non	Raisons – Pourquoi ?
La date du commencement des travaux d'enduisage le ....../....../...... a-t-elle été respectée ?	❑	❑	....
Le mortier d'enduit était-il celui préconisé par le CCTP ?	❑	❑	....
Le choix de la chaux était-il celui préconisé par le CCTP ?	❑	❑	....
La granulométrie du sable était-elle celle préconisée par le CCTP ?	❑	❑	....
Les dosages étaient-ils ceux préconisés par le CCTP ?	❑	❑	....

Pour aider la rédaction de ce DOE, il est recommandé de réaliser des fiches d'autocontrôle des enduits par façade.

➔ Voir la fiche 8 du chapitre IV – Boîte à Outils



Chaux sable

3- Pathologies & Désordres de l'enduit



3- Pathologies & Désordres de l'enduit

3.1 Reconnaître un désordre ou une pathologie

La pathologie des enduits couvre un large domaine de désordres. Les traitements associés impliquent de bien connaître les causes et d'en observer les effets. L'origine des pathologies des enduits à la chaux peut être soit d'ordre humain (défaut de diagnostic et de mise en œuvre, dosage, matériaux inappropriés, etc.), soit d'ordre naturel (action de vieillissement accéléré, humidité, chocs thermiques, remontée de salpêtre, etc.).

Expertise sur site

Seule l'observation du support, de l'enduit ou d'un badigeon permet d'identifier un désordre, puis d'élaborer un remède. Il convient d'examiner dans un premier temps les effets visibles, parfois mesurables de ces pathologies.

Etat initial

Je suis devant le mur à enduire. Que dois-je regarder ?

Les données à connaître sur la nature des altérations de l'enduit :

ESSAI	RESULTAT	INTERET/APPORT	PRIORITE
Observation de l'enduit à l'œil nu	Description de l'état de conservation de l'enduit	Repérer des altérations particulières de l'enduit, qui nécessitent une intervention préalable à la restauration	1
Examen du support	Description de la nature et de l'état du support	Repérer des altérations particulières de l'enduit, qui nécessitent une intervention préalable à la restauration	1
Dosage des sels solubles	Teneur en sels solubles de l'enduit et du support	Dans le cas d'une altération active, mise en évidence d'une salinisation	2
Mesure de l'humidité	Taux d'humidité dans l'enduit et dans son support	Dans le cas d'une altération active, mise en évidence de remontées capillaires, d'infiltrations, etc.	2

3.2 Règles de base afin de limiter les désordres

Quelques réflexions sont nécessaires afin d'éviter les désordres et de faciliter la réalisation d'un bon enduit :

Ne pas intervenir sur un chantier qui n'est pas mis hors d'eau

Analyser la structure interne et externe des bâtiments.
Vérifier l'adéquation entre la préconisation et la réalité du chantier.
Aller au-delà des règles de mise en œuvre, ne pas s'arrêter aux généralités et adapter l'intervention au cas par cas.
Respecter le nombre de couches (gobetis, corps d'enduit et finition).
Respecter les épaisseurs (3 fois le D_{max} du granulat).
Respecter le délai entre les couches.
Adapter et respecter les dosages de l'enduit au support, afin d'éviter les différences de teintes et de textures, ainsi que les fissurations et faïençages.
Etre attentif à la quantité, la qualité et la granularité du sable (courbe granulométrique).
Livrer la totalité du sable nécessaire à l'enduit pour assurer une teinte et une qualité homogènes.
Stocker et protéger très soigneusement le sable dans un endroit propre et sec, à l'abri des poussières, des végétaux et gravois et des déjections animales.
Etre attentif à la température, tout particulièrement lors de la réalisation de l'enduit.
Etre attentif à l'orientation du bâti et à son exposition aux intempéries.

3.3 Les différents désordres ou pathologies

Fiches Altérations

1. Altérations biologiques
2. Altérations chromatiques
3. Altérations dues aux interventions humaines
4. Altérations dues aux défauts de mise en œuvre
5. Altération chimique

Fiches Détériorations

6. Efflorescences
7. Spectres et auréoles
8. Remontées capillaires et rejaillissements
9. Coulures

Fiches Déformations

10. Pulvérulence
11. Adhérence
12. Cloquages/éclatements et gonflements
13. Alvéolisations
14. Gel

Fiches Fissurations

15. Faïençages
16. Microfissures
17. Fissures
18. Lézardes

1. ALTÉRATIONS BIOLOGIQUES : algues, mousses et lichens



Algues



Mousses



Lichens

Constats des désordres ou pathologies

Les algues (chlorophycées) se caractérisent par leur couleur rouge ou vert foncé, formant une tache. A ne pas confondre avec les mousses et fougères (vert clair). Ces pollutions biologiques se développent sous l'effet de l'humidité, de la chaleur et de la lumière.

Les mousses se développent surtout sur les façades nord, donc les plus exposées à l'humidité.

Les lichens se caractérisent par leur couleur jaunâtre ou gris clair. Ils résultent de la dégradation des parements et se nourrissent principalement de calcaire. Ils peuvent s'enfoncer de plusieurs mètres dans le support.

Pourquoi :

Les algues se développent généralement en milieu humide et confiné. Les principaux facteurs de développement sont l'exposition et le climat. Elles peuvent apparaître suite à l'application d'un enduit mal dosé.

Les mousses sont dues à l'humidité, à un manque d'entretien, à une mise hors d'eau défectueuse ou à la proximité d'une végétation trop abondante.

Les lichens apparaissent lorsqu'un mur présente une humidité trop importante. Leur apparition peut être due à d'autres facteurs (nature du support, déjections d'oiseaux, présence d'arbres, etc.).

Que faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Les algues fragilisent le revêtement, qui devient alors plus poreux, sensible au gel et peut éclater. Elles sont donc à éliminer.
- Mettre en place un système d'évacuation des eaux de pluie.
- Eliminer la végétation à proximité du support.
- Nettoyer le support, s'assurer de son bon état.
- Veiller au dosage de l'enduit, aux conditions environnantes.
- Un entretien régulier et une bonne ventilation sont à privilégier.

Et surtout :

- Ne pas nettoyer les supports à haute pression.
- Ne pas oublier de prendre en compte l'orientation et la situation géographique des façades.
- Ne pas réaliser des enduits avant la mise hors d'eau totale du bâtiment, y compris des évacuations.

Bon à savoir

Vérifier l'état intérieur et extérieur du support (voir en partie 2 la fiche sur l'état du support).

2. ALTÉRATIONS CHROMATIQUES : salissures, taches, indurations, encroûtements et pollutions

Constats des désordres ou pathologies

L'altération chromatique résulte de la modification fâcheuse d'un aspect physique de la maçonnerie.

On y recense : les salissures résultant souvent de la pollution, mais également les graffitis.

Les salissures sont des traces visibles sur la surface du parement.

L'induration est un durcissement localisé d'une matière (ex : encroûtement, incrusté depuis longtemps dans l'enduit et qui risque d'engendrer un éclatement de la surface du parement).

Pourquoi :

- Les causes peuvent être d'origine chimique, biologique ou humaine. Elles sont liées principalement aux facteurs environnementaux et à l'action du temps ou à celle de l'homme.

Que Faire :

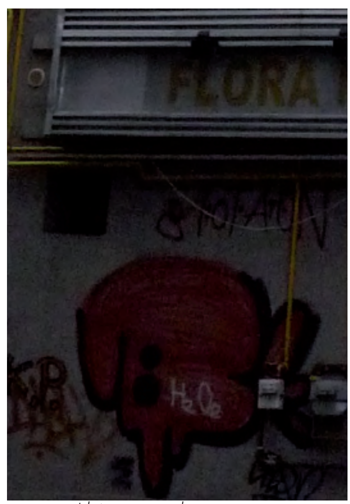
- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Nettoyer le support par un procédé naturel et non-agressif pour le mur.
- Protéger les façades en mettant en place un système d'évacuation des eaux pluviales (par exemple : descentes EP, gouttières, chéneaux).
- Veiller à un entretien régulier.

Et surtout :

- Ne pas enlever les protections d'un enduit frais avant séchage complet.
- Ne pas faire une finition grattée ou ribbée en zone urbaine.
- Ne pas humidifier et retravailler un endroit 1 à 2 heures après la pose de l'enduit.
- Ne pas oublier la précision des dosages en pigments et ne pas faire une coloration sur le chantier sans pesée des liants et colorants.



Altérations chromatiques



Altérations chromatiques

Bon à savoir

Les indurations en milieu urbain sont souvent dues aux pollutions atmosphériques ; actuellement, il n'existe pas de traitement efficace.

3. ALTÉRATIONS DUES À L'INTERVENTION HUMAINE : épaufrures, interventions maladroites de restauration, altérations dues à l'installation de réseaux techniques



Altérations dues à l'intervention humaine



Altérations dues à l'intervention humaine

Constats des désordres ou pathologies

Epaufrure : on dit qu'une partie du parement du bâtiment est « épaufrée » lorsqu'elle a subi un choc (mécanique ou autre) et qu'elle est détériorée, voire éclatée.

Interventions de restauration maladroites : des personnes souvent bien intentionnées, mais mal qualifiées, utilisent des produits inadéquats sur le bâtiment. Cela engendre une détérioration prématurée du bâtiment.

Mauvaise intégration des équipements publics : câbles, coffrets électriques, etc.

Pourquoi :

- Faiblesses des angles enduits.
- Accidents multiples entraînant un choc important sur la structure.
- Intervenants peu sensibilisés aux techniques traditionnelles de restauration du bâti ancien.
- Mauvaise intégration des équipements publics sur les façades des bâtiments.

Que faire :

- Veiller à ce que les équipements publics soient intégrés discrètement aux façades et qu'ils ne nuisent pas à ces dernières (scellement d'éléments divers au ciment courant ou au plâtre).
- Assurer la solidité de la maçonnerie, de ses angles (chaîne d'angle).

Et surtout :

- Ne pas enlever les protections trop tôt.
- Ne pas sceller les coffrets, gonds, arrêts de volet, etc., après la couche de finition.
- Ne pas oublier de clôturer son chantier après la pose des enduits.
- Ne pas oublier de prendre en compte la nouvelle fonction et destination des bâtiments.

Bon à savoir

Ne pas oublier de prendre des photos aussitôt le travail terminé.

4. ALTÉRATIONS DUES AUX DÉFAUTS DE MISE EN ŒUVRE : nuançage, carbonatation différentielle, érosions

Constats des désordres ou pathologies

Nuançage : variation de couleur de l'enduit à l'aspect « nuagé ».
Carbonatation différentielle : il s'agit de différentes teintes qui apparaissent sur un enduit à plus ou moins long terme avec des éclaircissements localisés de la teinte de l'enduit (ex : changement d'échafaudage).
Erosion : action combinée du vent et de la pluie donnant une différence d'aspect et une usure prématurée de l'enduit.

Pourquoi :

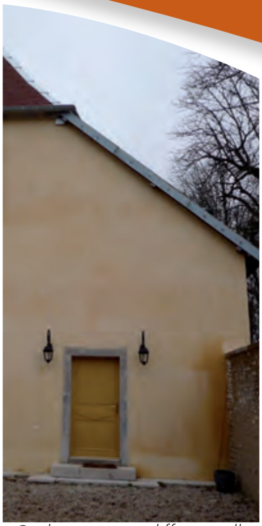
- Nuançage : le séchage non uniforme du corps d'enduit lors de l'application de la finition et/ou des épaisseurs non régulières de la couche de finition entraîne des apparitions de nuançage.
- L'application de la couche de finition teintée avec des pigments, terres et oxydes produit inévitablement un léger nuançage qui s'atténue avec le temps.
- Carbonatation différentielle : exposition à l'eau pendant la mise en œuvre, ou peu de temps après.
- Mouillage ponctuel d'un mortier d'enduit, activement taloché.
- Cycle d'humidification-séchage non respecté.
- Dosage en eau modifié en cours d'application.
- Erosion : façade exposée à la pluie, surdosage en liant du mortier, sur des supports tendres ou durs. Absence de mise hors d'eau des façades.

Que faire :

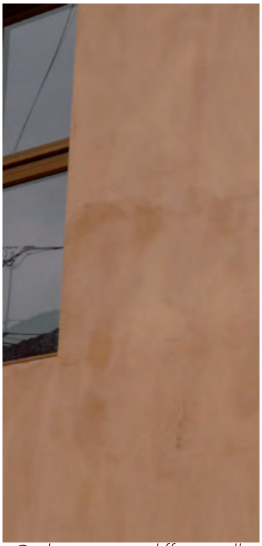
- Etre attentif lors de l'application de l'enduit et des éventuelles reprises.
- Respecter les temps de pose.
- Compléter le corps d'enduit, en respectant le dosage et la pose traditionnelle (gobetis, corps d'enduit et finition).
- La surface du corps d'enduit doit être rugueuse et doit permettre de réaliser une couche de finition régulière d'épaisseur constante.
- Protéger les façades en mettant en place un système d'évacuation des eaux pluviales et éventuellement prévoir des protections pendant l'application.

Et surtout :

- Ne pas surdoser les liants des mortiers sur des supports tendres et inversement.
- Ne pas humidifier ni retravailler un endroit 1 à 2 heures après la pose.
- Ne pas modifier le dosage en eau en cours d'application.



Carbonatation différentielle

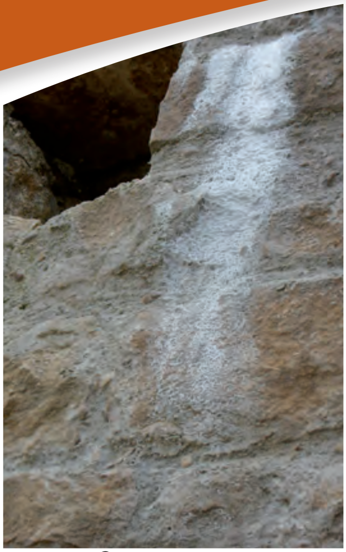


Carbonatation différentielle

Bon à savoir

Eviter de colorer un mortier d'enduit, préférer la teinte apportée par les sables régionaux.

5. ALTÉRATION CHIMIQUE : concrétionnement



Concrétionnement

Constats des désordres ou pathologies

Dépôt de calcite suite à la dissolution du carbonate de calcium par une solution acide. Il en résulte une infiltration de l'eau à travers les parois.

Pourquoi :

- Dissolution du carbonate de sodium contenu dans les mortiers par une eau acide.
- Nettoyage à l'acide.
- Parois trop poreuses.

Que Faire :

- Evaluer l'ampleur des pathologies ainsi que leurs origines.
- Protéger les façades en mettant en place un système d'évacuation des eaux pluviales.

Et surtout :

- Ne pas réaliser les mortiers avec une eau trop acide.
- Ne pas nettoyer les supports au moyen de solutions acides.



Concrétionnement

Bon à savoir

Il convient de refuser tout traitement de surface à l'acide.

6. EFFLORESCENCES

Constats des désordres ou pathologies

Les efflorescences se caractérisent par une migration de sels à la surface des enduits hydrauliques, des briques ou des pierres, se traduisant par **l'apparition de taches, souvent blanches**, sur les parements.

Pourquoi :

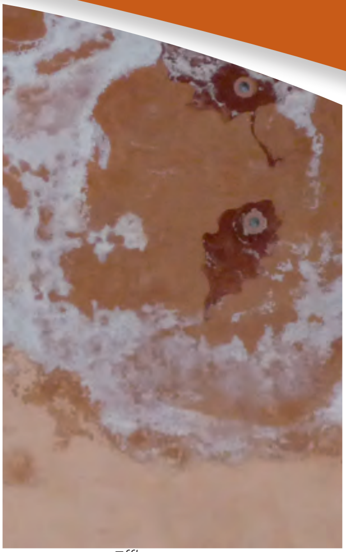
- L'humidité en est la principale cause.
- Phénomène de « crypto-efflorescences », se traduisant par des gonflements et quelquefois des décollements en plaques de l'enduit. Ces dernières proviennent soit d'une infiltration latérale d'eau du sol dans l'épaisseur de la maçonnerie, soit de remontées capillaires.
- Emploi du sable de mer insuffisamment lavé.

Que faire :

- Evaluer l'étendue de la pathologie (ou des pathologies).
- Nettoyer le support par brossage des surfaces avec une solution légèrement acide suivi d'un rinçage abondant à l'eau claire.
- Eliminer les risques de dégradations en protégeant l'ensemble des façades : pour ce faire, mettre en place un système d'évacuation des eaux pluviales (par exemple : descentes EP, gouttières ou chéneaux).
- Compléter le corps d'enduit, en respectant le dosage et la pose traditionnelle (gobetis, corps d'enduit et finition).
- L'enduit doit être perméable à la vapeur d'eau.
- Veiller à un entretien régulier.

Et surtout :

- Ne pas utiliser de l'eau de pluie ou de piscine pour le gâchage.
- Ne pas utiliser un sable contaminé par le sol ou stocké ou contenant des agrégats d'origine non contrôlée.
- Ne pas utiliser de sable récupéré en soubassement.
- Ne pas réaliser des enduits de soubassements sur des zones salpêtrées. De même sur un support couvert de salissures.



Efflorescences

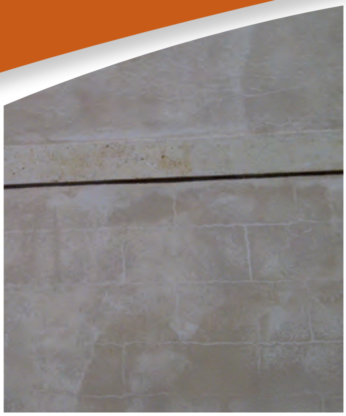


Efflorescences

Bon à savoir

Veiller à ce que les égouts et le réseau d'eau pluviale soient correctement réalisés.

7. SPECTRES ET AURÉOLES







Constats des désordres ou pathologies

Spectres : appelés aussi « fantômes », désignent l'apparition de joints de la maçonnerie de façon continue, au travers de l'enduit, lorsque ce dernier est mouillé. Ils s'estompent une fois que l'enduit est sec.

Auréoles : taches plus ou moins foncées constatées sur la paroi de l'édifice.

Pourquoi :

- Les spectres : différence de porosité entre les blocs de maçonnerie et leur mortier de montage.
- Les microfissures peuvent être la cause de ces apparitions (migrations capillaires).
- Un spectre de joint clair peut être dû à une carbonatation au droit de ces joints.
- Les auréoles sont le résultat d'une concentration de sels et de poussières sur des zones plus humides.
- Elles peuvent également être dues à une différence de teneur en eau des supports après un délai d'attente insuffisant entre la pose des couches des enduits.
- Elles ne constituent pas une menace pour le bâtiment.
- De nombreuses auréoles sont dues également à une isolation intérieure trop imperméable à la vapeur d'eau (voir croquis état initial ; état après travaux).

Que Faire :

- Evaluer l'étendue de la pathologie (ou des pathologies) présente(s) sur l'édifice.
- Nettoyer le support et s'assurer de son bon état.
- Etre attentif aux conditions climatiques.
- Assurer la bonne perméabilité des murs à la vapeur d'eau et assurer une bonne étanchéité à l'eau.

Et surtout :

- Ne pas rebattre un mortier.
- Ne pas humidifier et retravailler un enduit déjà posé depuis plus d'une heure.
- Ne pas utiliser un sable qui contient des matières organiques.
- Ne pas disperser ces pigments dans le mortier.
- Ne pas faire le corps d'enduit avant d'avoir respecté le temps de séchage du gobetis.

Bon à savoir

Avant de réaliser la couche de finition, attendre le séchage uniforme et homogène du corps d'enduit.

8. REMONTÉES CAPILLAIRES ET REJAILLISSEMENTS

Constats des désordres ou pathologies

Migration naturelle de l'eau contenue dans le sol, se caractérisant par l'apparition de taches blanchâtres sur le soubassement de l'édifice (jusqu'à 2 m de hauteur dans certains cas) provenant des sels contenus dans l'eau. Les remontées ascensionnelles, lorsqu'elles ne sont pas traitées, sont extrêmement dévastatrices. Elles provoquent un décollement d'enduit, voire des boursouflures.

Pourquoi :

- Le phénomène est lié à la taille des petits canaux (capillaires) qui se trouvent dans les matériaux.
- Infiltration ascendante à la base des murs dont le pied est en contact avec un terrain humide.
- Les murs anciens, souvent, ne disposent pas de barrières de remontées capillaires.
- Les enduits des soubassements, lorsqu'ils sont composés de ciment, créent une imperméabilité à l'eau.



Remontées capillaires

Que Faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Vérifier la composition des mortiers d'enduits, parfois trop imperméables à la vapeur d'eau.
- Prendre en compte la végétation environnante qui, si elle est trop importante, engendre un accroissement du taux d'humidité.
- Création d'une barrière étanche de capillarité disposée dans l'épaisseur du mur, au-dessous du niveau du plancher bas.
- Création d'un système de drainage et de ventilation au pied du mur.

Et surtout :

- Ne pas réaliser un enduit sans la complète mise hors d'eau du bâtiment, y compris les évacuations au sol.
- Ne pas faire un enduit de soubassement uniquement à la chaux aérienne.



Remontées capillaires

Bon à savoir

Eviter de venir « coller » à la façade des revêtements de sol étanches du type trottoir en goudron ou terrasse en béton de ciment.

9. COULURES



Coulures

Constats des désordres ou pathologies

Traces verticales plus ou moins colorées résultant d'un ruissellement d'eau ou d'un produit chimique. Elles peuvent être de composition chimique ou biologique.

Pourquoi :

- Absence de protection des parties supérieures du mur ou des ouvertures composant le mur.
- Oxydation des parties métalliques exposées et dépourvues de système de mise hors d'eau.

Que Faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Nettoyer le support au moyen d'un produit naturel et non agressif.
- S'assurer de son bon état.
- Protéger les façades, en mettant en place un système d'évacuation des eaux pluviales (par exemple : descentes EP, gouttières ou chéneaux).
- Veiller à un entretien régulier du bâtiment.

Et surtout :

- Ne pas faire les couches de finition d'enduit avant la protection des tranches de murs, chaperons et couvertines.
- Ne pas oublier de tenir compte de l'orientation des façades.



Coulures

Bon à savoir

Se méfier des appuis sans débords, sans retours et sans saillie et de l'absence de gouttes d'eau.

10. PULVÉRULENCES

Constats des désordres ou pathologies

Un enduit est dit « pulvérulent » lorsqu'il se désagrège, c'est-à-dire qu'il se réduit en poudre.

Pourquoi :

- Mauvais dosage de l'enduit.
- Substance expansive présente dans l'enduit et qui le fragilise.
- Excès de sels provenant des remontées capillaires.
- Vieillissement naturel se traduisant par une décalcification de l'ancien enduit par dissolution de la chaux.
- Effet du gel.
- Humidité trop importante.
- Utilisation d'un sable non adapté (mono-granulaire fin).
- Application de l'enduit de finition par forte chaleur ou par temps venteux.

Que Faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies présentes sur l'édifice.
- Eliminer les zones concernées, en piochant l'enduit pulvérulent.
- Compléter le corps d'enduit, en respectant le dosage et la pose traditionnelle (gobetis, corps d'enduit et finition).
- Si le problème provient des remontées capillaires, mettre en place un système de drainage, de récupération des eaux de ruissellement ou des eaux de pluie.
- Veiller à un entretien régulier.

Et surtout :

- Ne pas mélanger du plâtre avec un liant hydraulique (NHL ou ciment).
- Ne pas ajouter des adjuvants que l'on ne connaît pas.
- Ne pas oublier de nettoyer les supports.
- Ne pas utiliser une eau acide ou contaminée (eau de pluie).



Pulvérulences



Pulvérulences



Pulvérulences

Bon à savoir

Attention aux mélanges hasardeux sans une connaissance parfaite des produits.

11. ADHÉRENCE



Défaut d'adhérence

Constats des désordres ou pathologies

Les enduits des façades se décollent en plaques à plusieurs endroits.

Pourquoi :

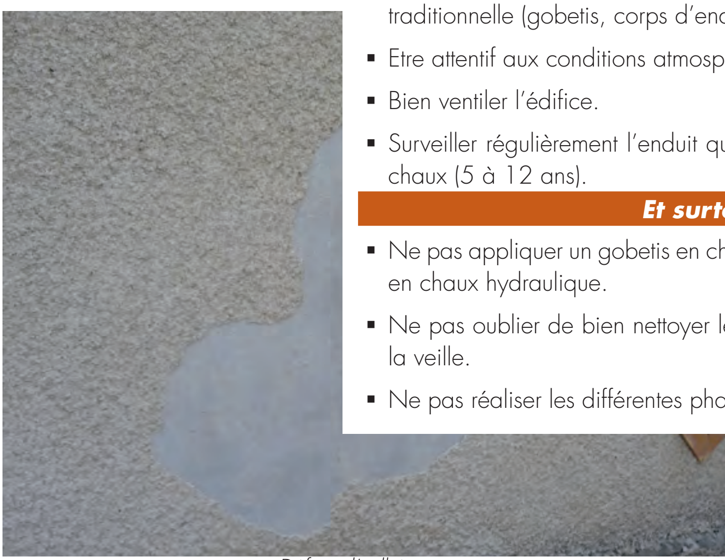
- Mauvais dosage de l'enduit.
- Support peu humidifié au préalable, mal nettoyé ou trop lisse.
- Présence de plâtre.
- Absence de protection des façades.
- Vieillissement de l'enduit.
- Mortier d'enduit non adapté à la nature du support.
- Mortier d'enduit plus résistant que le support.

Que Faire :

- Evaluer l'étendue de la pathologie (ou des pathologies) présente(s).
- Décroûtage des plaques et nettoyage du support.
- Purger les enduits en ciment.
- Compléter le corps d'enduit, en respectant le dosage et la pose traditionnelle (gobetis, corps d'enduit et finition).
- Etre attentif aux conditions atmosphériques.
- Bien ventiler l'édifice.
- Surveiller régulièrement l'enduit qui vieillit et y appliquer un lait de chaux (5 à 12 ans).

Et surtout :

- Ne pas appliquer un gobetis en chaux aérienne et un corps d'enduit en chaux hydraulique.
- Ne pas oublier de bien nettoyer les supports et de les ré-humidifier la veille.
- Ne pas réaliser les différentes phases d'un enduit en une seule fois.



Défaut d'adhérence

Bon à savoir

Se méfier des produits de décoffrage sur certains supports.

12. CLOQUAGE, GONFLEMENT, ÉCLATEMENT

Constats des désordres ou pathologies

Concentration de l'humidité à l'intérieur de la maçonnerie, vapeur d'eau qui transite uniquement vers l'enduit extérieur suite à une isolation trop perméable. Cela se traduit par le décollement d'un enduit ou d'une peinture par boursouflures disséminées.

Le gonflement est perceptible en frappant légèrement sur l'enduit qui « sonne creux ». Il s'agit en fait d'un éclatement qui est localisé.

Pourquoi :

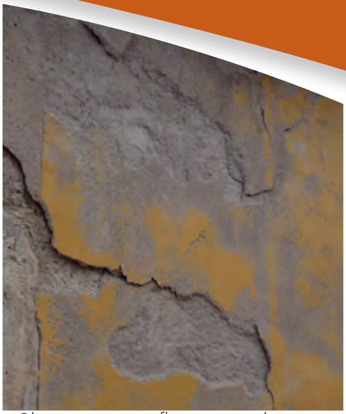
- Enduit trop rigide par rapport au support.
- Peinture filmogène, qui crée une barrière pour la vapeur d'eau.
- Vapeur d'eau bloquée, qui repousse ce revêtement vers l'extérieur.
- Oxydations de renforts métalliques dans les enduits.
- Mortiers inadaptés au support.
- Mauvaises conditions climatiques lors de la pose.
- Différents scellements au plâtre.

Que Faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Le cloquage s'accompagnant souvent de la chute des matériaux, il faut retirer le revêtement empêchant la vapeur d'eau de circuler.
- Décroûtage des plaques et nettoyage du support.
- Réalisation d'un enduit perméable, exécuté en trois couches successives, en liant à partir du support et plus tendre que les matériaux constituant les maçonneries.
- Assurer une bonne ventilation des locaux.
- Retirer les renforts métalliques oxydés si c'est le cas.
- Surveiller régulièrement l'enduit qui vieillit et y appliquer un lait de chaux (5 à 12 ans).

Et surtout :

- Ne pas appliquer un gobetis en chaux aérienne et un corps d'enduit en chaux hydraulique.
- Ne pas oublier de bien nettoyer les supports et de les ré-humidifier la veille.
- Ne pas réaliser les différentes phases d'un enduit en une seule fois.
- Ne pas enlever les protections trop tôt.
- Ne pas mélanger du plâtre avec un liant hydraulique.
- Ne pas poser une peinture avant séchage complet de l'enduit.


Cloquages, gonflements, eclatement

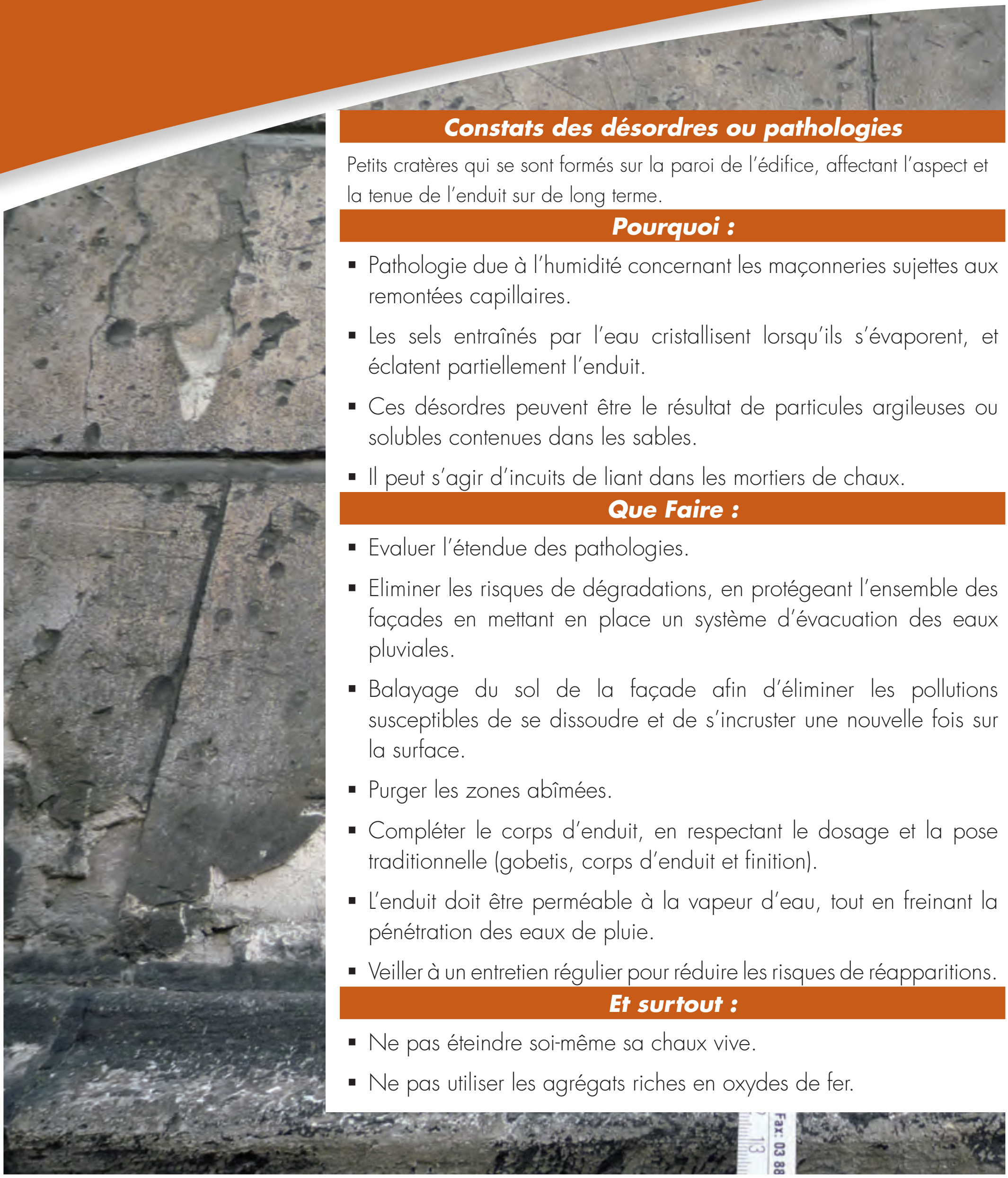

Eclatements


Eclatements

Bon à savoir

Se souvenir qu'une parfaite carbonatation de la chaux n'est effectuée qu'au bout de 100 jours.

13. ALVÉOLISATIONS



Constats des désordres ou pathologies

Petits cratères qui se sont formés sur la paroi de l'édifice, affectant l'aspect et la tenue de l'enduit sur de long terme.

Pourquoi :

- Pathologie due à l'humidité concernant les maçonneries sujettes aux remontées capillaires.
- Les sels entraînés par l'eau cristallisent lorsqu'ils s'évaporent, et éclatent partiellement l'enduit.
- Ces désordres peuvent être le résultat de particules argileuses ou solubles contenues dans les sables.
- Il peut s'agir d'incuits de liant dans les mortiers de chaux.

Que Faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Eliminer les risques de dégradations, en protégeant l'ensemble des façades en mettant en place un système d'évacuation des eaux pluviales.
- Balayage du sol de la façade afin d'éliminer les pollutions susceptibles de se dissoudre et de s'incruster une nouvelle fois sur la surface.
- Purger les zones abîmées.
- Compléter le corps d'enduit, en respectant le dosage et la pose traditionnelle (gobetis, corps d'enduit et finition).
- L'enduit doit être perméable à la vapeur d'eau, tout en freinant la pénétration des eaux de pluie.
- Veiller à un entretien régulier pour réduire les risques de réapparitions.

Et surtout :

- Ne pas éteindre soi-même sa chaux vive.
- Ne pas utiliser les agrégats riches en oxydes de fer.

Bon à savoir

Travailler de préférence avec des chaux en poudre.

14. GEL

Constats des désordres ou pathologies

Sous l'action du gel, l'eau cristallise, augmente de volume et fait éclater l'enduit.



Pourquoi :

- Le désordre est dû à **l'humidité** provenant des remontées capillaires.
- Ces désordres peuvent être le résultat de **particules argileuses ou solubles** contenues dans les sables.
- Il peut s'agir « de pétard de chaux », particule de chaux vive mal éteinte dans les mortiers de chaux.
- Enduits qui ont des tranches non protégées.
- Enduits réalisés en présence de gelées nocturnes.

Que Faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Eliminer les risques de dégradations, en protégeant l'ensemble des façades en mettant en place un système d'évacuation des eaux pluviales et de drainage en pied de mur.
- Protéger les dessus et tranches de murs.
- Purger les zones abîmées.
- Compléter le corps d'enduit, en respectant le dosage et la pose traditionnelle (gobetis, corps d'enduit et finition).

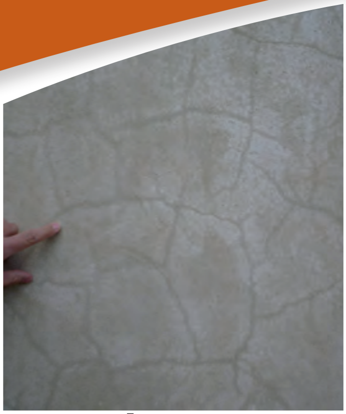
Et surtout :

- Ne pas appliquer un gobetis en chaux aérienne et un corps d'enduit en chaux hydraulique.
- Ne pas réaliser des enduits avant la mise hors d'eau totale du bâtiment.
- Ne pas travailler à une température inférieure à 8°C, et ce pendant une durée minimum d'un mois.
- Ne pas enlever les protections trop tôt.
- Ne pas réaliser un enduit sur un support gorgé d'humidité naturellement.

Bon à savoir

La température est de 8°C minimum pendant au moins 28 jours et non pas 8°C seulement les jours de mise en œuvre.

15. FAÏENÇAGES



Faiençages



Faiençages



Faiençages

Constats des désordres ou pathologies

Craquelures superficielles de l'enduit, sous forme de réseaux fins de microfissures. Elles sont disposées en forme de mailles régulières fermées. Elles n'altèrent pas la destination de l'enduit ni de l'ouvrage. N'affecte pas les matériaux.

Pourquoi :

- Un retrait superficiel peut être important et/ou rapide s'il est généré par une remontée de liant (laitance) en surface de l'enduit, par une couche de finition trop épaisse, par un sable trop fin, par un surdosage en liant.
- Sur un enduit, ce faïençage est repérable en le mouillant au préalable.
- Surdosage du liant.
- Excès de particules fines et argileuses.
- Finition de l'enduit trop talochée
- Utilisation d'outils non adaptés (taloche en plastique qui fait remonter la laitance).
- Utilisation d'un sable trop fin ou d'un sable mono-granulaire.
- Condition climatique défavorable entraînant la dessiccation de l'enduit.
- Surdosage en eau du mortier.

Que Faire :

- Evaluer l'étendue des pathologies.
- Etre attentif aux conditions atmosphériques.
- Attendre que l'enduit se patine et vieillisse.
- Eventuellement, appliquer un lait de chaux.

Et surtout :

- Ne pas ajouter trop de fines ou de sables fins dans les mortiers.
- Ne pas mettre trop d'eau dans son mortier.
- Ne pas réaliser un glacis surdosé en liant avec lissage de celui-ci.
- Ne pas surdoser en liant et en eau son mortier.
- Ne pas oublier de protéger son enduit de l'exposition directe au soleil.

Bon à savoir

La plupart des faïençages sont dus à un surdosage en liant.

16. MICROFISSURES



Microfissures

Constats des désordres ou pathologies

Ce sont des fissures très étroites, à peine perceptibles à l'œil nu (inférieures ou égales à 0,2 mm). Elles n'altèrent pas la destination de l'enduit ni de l'ouvrage.

Pourquoi :

- Surdosage du liant qui a entraîné ces microfissures.
- Dessiccation rapide du mortier et excès de fines.
- Retrait superficiel trop important ou trop rapide, produit par une remontée de liant en surface, ou d'une couche trop épaisse.
- Sur un enduit, ce faïençage est repérable en le mouillant au préalable.
- Excès de particules fines et argileuses.
- Finition de l'enduit trop talochée.
- Utilisation d'outils non adaptés (taloche en plastique qui fait remonter la laitance).
- Utilisation d'un sable trop fin ou d'un sable mono-granulaire.
- Condition climatique défavorable entraînant la dessiccation de l'enduit.
- Surdosage en eau du mortier.

Que Faire :

- Eviter l'excès d'eau de gâchage augmentant le retrait.
- Réaliser une humidification suffisante ou appropriée du support.
- Combler les microfissures existantes.
- Respecter le temps d'attente entre les couches.

Et surtout :

- Ne pas ajouter trop de fines ou de sables fins dans les mortiers.
- Ne pas mettre trop d'eau dans son mortier.
- Ne pas réaliser un glacis surdosé en liant avec lissage de celui-ci.
- Ne pas surdoser en liant et en eau son mortier.
- Ne pas oublier de protéger son enduit de l'exposition directe au soleil.
- Ne pas oublier d'humidifier la veille et le jour même les supports.
- Ne pas oublier de protéger du soleil les enduits.
- Ne pas mettre trop d'eau dans le mortier.
- Ne pas appliquer une épaisseur trop importante d'enduit (pas supérieure à 3 fois le D_{max} du granulat).
- Ne pas réaliser toutes les phases d'un enduit en une seule fois.

Bon à savoir

La plupart des microfissures sont dues à un surdosage en liant.

17. FISSURES



Défaut d'adhérence



Défaut d'adhérence

Constats des désordres ou pathologies

Les fissures sont des espaces d'ouvertures compris entre 0,5 et 2 mm. Elles traversent toute l'épaisseur d'un enduit. Leur morphologie est souvent linéaire et orientée, plus ou moins régulière, et elles se développent sur plusieurs mètres.

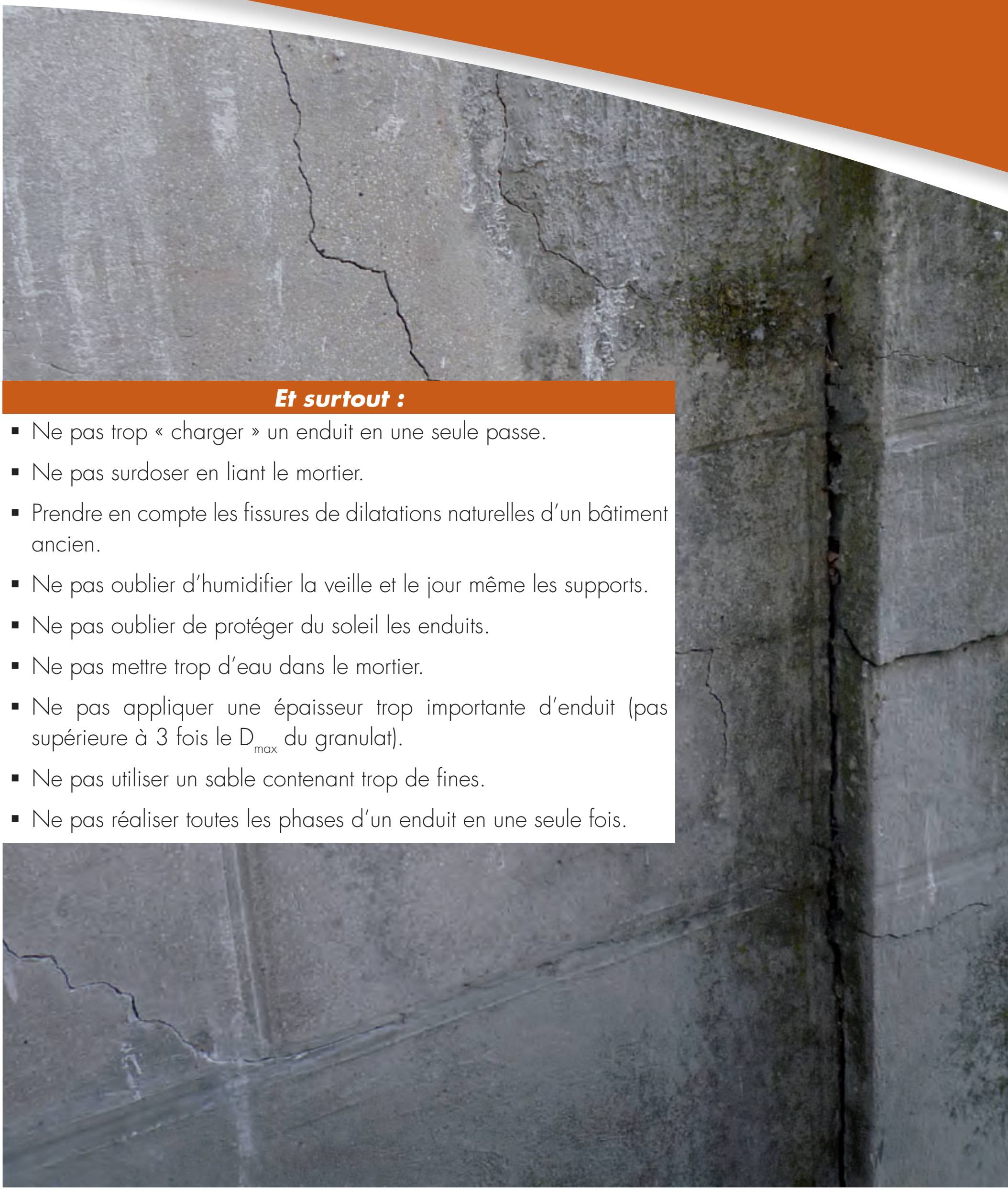
Pourquoi :

- Conséquence de mouvements de terrain et de fondations. Origine structurelle (ex : faiblesses des appuis des baies, surcharge partielle après une surélévation d'une partie de l'édifice).
- Différence de matériaux sur une même façade.
- Insuffisance de l'humidification préalable du support avant application de l'enduit.
- Mauvais dosage de l'enduit, surdosage en liant ou en eau de gâchage.
- Tension due à la portance d'un plancher intermédiaire.
- Agrandissement de baies.

Que faire :

- Traiter rapidement, car les fissures sont souvent la cause d'infiltrations d'eau qui engendrent une dégradation des enduits. Protéger les fissures des infiltrations.
- Déterminer l'origine du désordre (terrain, structure, etc.).
- Lecture de la façade en observant le cheminement des fissures, études des poussées verticales/horizontales.
- Analyse des fissures (actives ou non) par la mise en place de témoins.
- Combler les fissures avec un coulis à base de chaux ou plâtre et chaux.
- Ouvrir et remailler les fissures.
- Nettoyer et piocher les fissures afin d'éviter l'accumulation de mousses et de dépôts.
- S'assurer de la stabilité des fondations et de l'état des supports.
- Mettre en place une (ou plusieurs) méthode(s) de consolidation : Injections, calfeutrements, pontages, protections superficielles.
- Fixer ou maroufler un treillis entre différents matériaux.

17. FISSURES (suite)



Et surtout :

- Ne pas trop « charger » un enduit en une seule passe.
- Ne pas surdoser en liant le mortier.
- Prendre en compte les fissures de dilatations naturelles d'un bâtiment ancien.
- Ne pas oublier d'humidifier la veille et le jour même les supports.
- Ne pas oublier de protéger du soleil les enduits.
- Ne pas mettre trop d'eau dans le mortier.
- Ne pas appliquer une épaisseur trop importante d'enduit (pas supérieure à 3 fois le D_{max} du granulat).
- Ne pas utiliser un sable contenant trop de fines.
- Ne pas réaliser toutes les phases d'un enduit en une seule fois.

Bon à savoir

Un enduit ne « recolle » pas les éléments structuraux d'une façade.
Un enduit n'a pas de rôle structurel

18. LES FRACTURES ET LÉZARDES



fractures et lézardes



fractures et lézardes

Constats des désordres ou pathologies

A la différence des fissures, les lézardes et fractures affectent la structure même de l'édifice diagnostiqué. En effet, l'enduit ne peut pas résister aux mouvements du support (la structure).

Leur largeur se mesure en mm, parfois même en cm.

Pourquoi :

- Ces désordres résultent d'un mouvement ou d'un tassement de terrain.
- Conséquence d'une insuffisance ou d'une rupture des chaînages.
- Leur origine peut se localiser au niveau du sous-sol, avec la présence de cavités.
- Déficience des fondations.
- Toitures endommagées provoquant des infiltrations d'eau, lessivant la maçonnerie et provoquant des faiblesses.
- Bâti déstructuré, plus de charpente, plus de planchers.

Que faire :

- Mettre en place un périmètre de sécurité autour de l'édifice qui représente une « menace ».
- S'assurer de la stabilité des fondations et de l'état des supports.
- Déterminer l'origine du désordre (terrain, structure, etc.) à travers, entre autres, la mise en place de témoins.
- Les lézardes sont à traiter rapidement, car elles sont souvent la cause d'infiltrations d'eau qui engendrent une dégradation des enduits.
- En aucun cas il ne faut enduire les lézardes/fractures tant que leurs origines ne sont pas déterminées.
- Protéger les fractures des infiltrations.
- Nettoyer et piocher les lézardes, afin d'éviter l'accumulation de mousses et de dépôts.
- Mettre en place une (ou plusieurs) méthode(s) de consolidation.

Et surtout :

- Ne pas appliquer un enduit sur un bâtiment instable géo-techniquement.
- Ne pas croire qu'un enduit armé va « recoller » les maçonneries.
- Ne pas réaliser un enduit sans avoir stabilisé les maçonneries.

Bon à savoir

Les bâtiments doivent être maintenus hors d'eau et hors d'air.
La sécheresse est cause de fractures.

4- Boîte à outils



4- Boîte à outils

Fiche 1 : Foisonnement : Doser Juste & Précis

METHODES qui permettent de doser en liant un mortier avec un équivalent de sable sec.

Evaluation du taux d'humidité d'un sable sur le chantier :

Méthode 1 : par la chauffe du sable :

Matériels nécessaires :

- Une balance précise
- Une truelle
- Une grande poêle
- Une plaque chauffante électrique, voire un chauffe-plats
- Un calepin de chantier

Méthodologie :

- Dans le calepin, noter la date, l'heure de la mesure et les noms des intervenants.
- Prélever du sable sur le lieu de stockage au centre du tas et peser afin obtenir exactement 1kg de sable.
- Etaler bien à plat le sable humide dans la poêle.
- Chauffer et remuer le sable pour un complet séchage, il doit être de teinte claire et homogène.
- Poser un récipient vide sur la balance et mettre la balance à zéro.
- Transvaser ensuite le sable sec dans le récipient et peser celui-ci.
- Noter la différence et faire le calcul suivant (voir exemple) :

Poids du sable humide - le poids du sable sec = quantité & % d'eau évaporée.

Cette différence de poids exprime également le poids de sable à rajouter dans les dosages.

Je note sur mon carnet l'opération suivante :
1kg de sable humide - 0,9 kg de sable sec = 0,1 kg d'eau (10%)

Soit 100 gr de sable humide à rajouter à la date de la mesure.

Cette méthode un peu compliquée nécessite du matériel et implique une conversion du poids de sable en volume de sable, car sur les chantiers, les dosages de sables se font en volume (seau arasé).

Si un seau de maçon de 10 litres pèse 15kg de sable humide, pour un dosage à 350kg/m3, nous prendrons 10 seaux de sable pour 1 sac de 35kg de liant + 1,5kg par seau soit 15kg ou 1 seau.

Donc, pour un sac de 35kg, un dosage à 350kg/m3 avec un sable contenant 10% d'eau nécessitera 11 seaux arasés de sable humide.

Bon à savoir

Le sable sec ainsi obtenu peut permettre une analyse granulométrique.

Méthode 2 : par immersion du sable

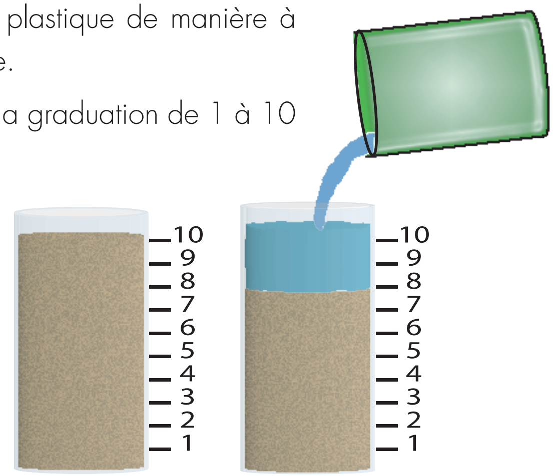
Matériels nécessaires :

- Une truelle
- Une bouteille en plastique cylindrique
- Un calepin de chantier

Méthodologie :

Sachant que 1 volume de sable sec = 1 volume de sable immergé

- Couper proprement une bouteille en plastique de manière à obtenir un récipient haut et cylindrique.
- Diviser sa hauteur par 10 et marquer la graduation de 1 à 10 sur la bouteille.
- Remplir et araser la bouteille avec le sable humide prélevé dans le tas de sable.
- Verser de l'eau sur le sable arasé en l'immergeant totalement.
- Le sable immergé s'affaisse.
- Noter l'affaissement.



sable humide　　sable immergé

Exemple : si le niveau du sable immergé est 8, alors le rapport sera :

$$\frac{\text{Sable Humide}}{\text{Sable Immergé}} = \frac{10}{8} = 1{,}25$$

Pour un dosage exprimé en kg/m3 (notamment 350kg/m3), on aura donc besoin pour un sac de liant de 35kg de 10 seaux de 10 litres de sable sec, ou 100 litres de sable sec.

Donc : 100 litres x 1,25 = 125 litres ou 12,5 seaux de 10 litres de sable humide.

Bon à savoir

Cette méthode de calcul est plus simple. Elle est adaptée aux conditions de chantier car elle ne nécessite pas de matériel de précision fragile (type balance). De plus, les travaux se font en sécurité car aucune source d'énergie n'est nécessaire.
Cette méthode est suffisamment fiable pour les travaux demandés.

Fiche 2 : Qualité du sable

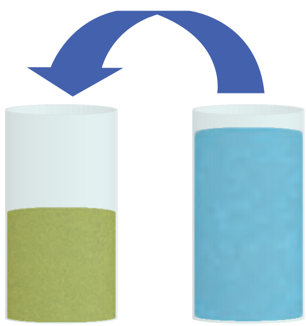
METHODE qui permet de vérifier la quantité d'éléments fins

Matériels nécessaires :

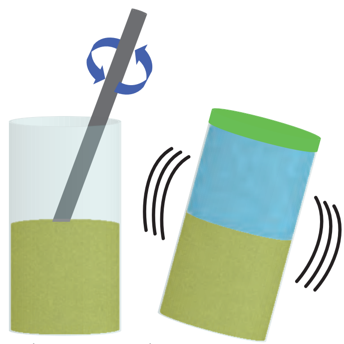
- Une truelle
- Une bouteille en plastique cylindrique
- Un calepin de chantier

Méthodologie :

- Remplir à moitié la bouteille avec le sable humide prélevé dans le tas de sable.
- Puis remplir la bouteille avec de l'eau et la boucher.
- Remuer et agiter.
- Laisser reposer quelques instants.
- Noter le rapport des fines sur le sable.



Verser l'eau



mélanger puis laisser reposer



4 mesures de sable
1 mesure d'éléments fins
→OK



3 mesures de sable
1 mesure d'éléments fins
→TROP DE FINES



6 mesures de sable
1 mesure d'éléments fins
→TROP CRU

Malgré ces recommandations de principe, il convient de s'assurer, par des réalisations de planches d'essais, du bon comportement du mortier d'enduit, à l'état frais mais également après séchage.

Fiche 3 : Diagnostic et Réception des Supports

Chantier : ………………………………………………………………………………

Type de bâtiment			
Château/manoir/ demeure	❑	Monument religieux	❑
Corps de ferme	❑	Grange	❑
Etable/écurie/bergerie	❑	Moulin	❑
Ouvrage hydraulique	❑	Maison rurale	❑
Typologie de mur			
Mur de façade	❑	Mur perré	❑
Mur pignon	❑	Mur de refend	❑
Mur de clôture	❑	Mur/cloisons de répartition	❑
Mur de soutènement	❑	Mur immergé	❑
Mur de soubassement	❑	Mur en zone de marnage	❑
Mur de rempart	❑		
Nature du mur			
Mur en terre (pisé, bauge, torchis, adobe)	❑		
Mur en pierre très tendre, tuffeau, craie	❑	Provenance : ………………………………	
Mur en pierre calcaire tendre à ferme	❑	Provenance : ………………………………	
Mur en calcaire dur	❑	Provenance : ………………………………	
Mur en grès	❑	Provenance : ………………………………	
Mur en granite	❑	Provenance : ………………………………	
Mur en basalte	❑	Provenance : ………………………………	
Mur en maçonnerie mixte	❑	…………………… Et ……………………	
Mur en brique foraine	❑	Provenance : ………………………………	
Mur en brique pleine	❑	Provenance : ………………………………	
Nature de l'appareil			
Mur en pierre de taille	❑	avec finition ………………………………	
Mur en pierre hourdée et assisée	❑		
Mur en pierre « tout venant »	❑		
Nature du hourdage			
Mortier de sable et chaux	❑		
Mortier de plâtre et chaux	❑		
Plâtre	❑		
Terre et sable	❑		
Mortier de ciment	❑	courant ❑ ou naturel ❑	
Etat du mur			
Mur sain	❑	Mur gonflé	❑
Mur fissuré	❑	Mur creux	❑
Mur en surplomb	❑	Mur lézardé	❑
Mur périodiquement humide	❑	Mur continuellement humide	❑
Mur initialement enduit	❑	Mur à joints secs ou pierre sèche	❑

Fiche 4 : Les Finitions d'Enduit à la Chaux

INFORMATION

Il s'agit d'une nomenclature non exhaustive des principaux types de finitions en usage actuellement sur le patrimoine bâti ancien, contemporain et moderne.

Ces finitions font généralement l'objet d'essais de convenance par différents échantillons.

Afin d'éviter un risque de désordres, notamment de patchwork sur une façade, il est recommandé de ne pas teinter dans la masse les enduits. La teinte est amenée par la couleur des sables locaux ou alors par le revêtement d'un badigeon ocré ou teinté.

Finition 1 : Taloché gros grains : > à 0/4 mm



AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur. Permet de réaliser une surface relativement plane laissant apparaître de gros grains de sable. Ce type de finition permet de recevoir un badigeon coloré ou non.

INCONVENIENTS : enduit difficile à réaliser du fait : de sa granulométrie, de l'épaisseur à appliquer (l'épaisseur = 3 fois le diamètre du plus gros grain) afin d'éviter l'effet de « rayage » au talochage, des reprises d'enduits, de la rigueur dans l'organisation des taches de chacun et dans le choix des outils.

Finition 2 : Taloché grain moyen : 0/2 mm

AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur. Permet de réaliser une surface plane avec un grain très régulier. Ce type de finition permet de recevoir un badigeon coloré ou non.

INCONVENIENTS : sable souvent « cru », trop lavé et mono-granulaire. Veiller à ne pas surdoser en chaux.

Bon à savoir

Un bon sable 0/2 mm est celui qui est tamisé sur le chantier à partir d'un sable gros.

Finition 3 : Taloché grain fin : < à 0/1 mm



AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur.

INCONVENIENTS : ATTENTION aux reprises, risque de « panneautage ». Pour ces enduits pelliculaires inférieurs à 3 mm, il est recommandé d'utiliser une chaux aérienne ou une chaux hydraulique naturelle rebattue (les chaux hydrauliques naturelles conseillées sont celles qui ont le taux de chaux libre le plus important).

Bon à savoir

Pour les enduits talochés, il est préférable de ne pas utiliser de taloche en plastique : sa surface lisse fait ressortir la laitance et crée ainsi une pellicule plus rigide sujette au micro-faïençage.

Finition 4 : Enduit à pierre vue plus ou moins couvrant – brossé ou gratté truelle



AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur. Dans ce type d'enduit, on peut ajouter des gravillons 4/8 mm, ceux ceux-ci apparaîtront au brossage.

INCONVENIENTS : profiter des jambages ou chaînes de pierre de taille pour éviter les reprises. Le brossage ou grattage doit être réalisé au bon moment. Si le mortier d'enduit est brossé trop frais, la pierre sera blanchie par la chaux et les « coups » de brosse seront visibles.

Risque de fissures de tassement si les épaisseurs des couches sont trop importantes.

Finition 5 : Rejointoiement au nu ou en creux



AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur. Recommandé pour les soubassements.

INCONVENIENTS : effet de « grille ». Joints en creux qui peuvent s'encrasser rapidement. Inesthétique lorsque réalisé sur des maçonneries de pierres qui n'étaient pas destinées à être vues. La pierre est non protégée, cette finition n'est pas recommandée pour la pérennité des ouvrages.

Finition 6 : Enduit lissé à la truelle





AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur.

INCONVENIENTS : ATTENTION aux reprises. Permet la réalisation d'une patine ou eau forte.

Bon à savoir

Il existe deux types d'enduit lissé.

L'enduit lissé plan *qui sera appliqué sur un enduit parfaitement dressé et régulier. Pour ce type d'enduit qui nécessite du temps et plusieurs passages de lissage, une chaux aérienne est vivement recommandée.*

L'enduit lissé dit également « dos de truelle », *cet enduit est appliqué sur un corps d'enduit et les gestes ou coups de truelle peuvent être visibles.*

Finition 7 : Enduit jeté au balai (balais de genêt, bouleau, buis, houx, etc.)

AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur.

INCONVENIENTS : le dressage du corps d'enduit doit être parfait et l'application au balai nécessite du temps. La projection manuelle éclabousse beaucoup, une protection corporelle adaptée (vêtement long et EPI) est absolument obligatoire.

Finition 8 : Jeté à la truelle, recoupé ou non

AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur.

INCONVENIENTS : un seul opérateur pour éviter les effets de reprises.

Finition 9 : Mouchetis mécanique de type « Tyrolien »

AVANTAGES : convient pour l'extérieur et l'intérieur.

INCONVENIENTS : s'applique généralement sur une couche d'enduit taloché. Savoir utiliser une « moustiquette » ou « tyrolienne ».

Ce type de finition peut également être réalisé à l'aide d'une machine à projeter.

Finition 10 : Enduit gratté 0/2 ou 0/4 mm

AVANTAGES : enduit « ouvert » qui facilite les échanges gazeux.

INCONVENIENTS : enduit « ouvert », plus fragile aux chocs, et qui favorise les dépôts de salissures dans les alvéoles. Vieillissement rapide. Plus sensible au cycle de gel/dégel.

Finition 11 : Enduit gratté fin façon graffito < à 2mm

AVANTAGES : convient pour l'intérieur et l'extérieur lorsqu'il est appliqué sur un corps d'enduit. Possibilités illimitées de décors.

INCONVENIENTS : coût supplémentaire dû au temps passé.

Finition 12 : Enduit épongé ou taloche éponge/feutre

AVANTAGES : convient pour l'intérieur et l'extérieur.

INCONVENIENTS : bien connaître les phases de durcissement de l'enduit. Toujours travailler avec de l'eau claire et propre, il faut la changer régulièrement. L'enduit devra au préalable être parfaitement taloché (à la taloche bois ou polyuréthane, car celles-ci ne font pas remonter la laitance).





Finition 12 : Stuc chaux avec poudre de marbre

AVANTAGES : convient pour l'intérieur.

INCONVENIENTS : coût (plusieurs passes nécessaires avec une maîtrise absolue de la technique). Pour cette application, l'usage d'une chaux aérienne est recommandé.



Fiche 5 : Fiche de Données et de Sécurité

CE QU'IL FAUT SAVOIR

La connaissance des Fiches de Données de Sécurité d'un produit n'est pas seulement un devoir de l'entrepreneur, elle est aussi une nécessité incontournable. En effet :

- elle permet de savoir la nature chimique d'un produit et ses précautions d'usages.
- elle permet de savoir si un produit est conforme à la présentation qui en a été faite par son vendeur et prévient ainsi tous risques nuisibles à la pérennité de l'ouvrage.
- elle permet également d'estimer le niveau de fiabilité et de transparence des fabricants.

La FDS dans l'entreprise :

- Tous les produits présents et utilisés dans l'entreprise ou dans tout établissement professionnel doivent être introduits avec leurs **FDS**.
- La mise à jour des **FDS** doit être réalisée et/ou actualisée régulièrement (contrôle annuel auprès du fabricant).
- C'est au chef d'établissement utilisateur du produit que revient la responsabilité de transmettre la **FDS** au médecin du travail ou aux secours en cas d'accident (art. R231-53 – Code du travail).
- La FDS est fournie obligatoirement et gratuitement par le fabricant, l'importateur ou le vendeur d'un produit au chef d'établissement ou au travailleur indépendant. (Décret 92-1261 du 3 décembre 1992 modifié par le décret 94-181 du 1er mars 1994). Il est à noter que dans la majorité des cas, la FDS est disponible uniquement sur Internet.
- La rédaction des FDS doit être établie conformément à la directive de REACH (REACH 1907/2006 art. 31 et 30e adaptation de la directive 67/548/CEE).

Contenu obligatoire de la FDS

1. Identification du produit	***Point de Vigilance***
Fournisseur du produit.	*Les appellations commerciales n'identifient pas le produit.*
Nom du produit.	*Les appellations commerciales n'identifient pas le produit.*
Identification de la société.	*Adresse postale.*
Numéro d'appel d'urgence.	*Un N° de téléphone :*
2. La composition et les informations sur les composants	
la composition exacte peut être confidentielle, mais la nature chimique des produits doit être exacte.	*Dans ce chapitre, on détaille la nature chimique des produits avec leurs noms d'usage et une référence à la norme produit homologuée en France (NF) et/ou en Europe (EN).*
Si la préparation est classée dangereuse : obligation d'indication des substances dangereuses et des substances pour lesquelles il existe une Valeur Limite d'Exposition (VLE).	*EXEMPLES :* *Pour les ciments :* *Norme produit NF EN 197 - 1* *Norme produit NF EN 197 - 4*
Si la préparation n'est pas classée dangereuse, il y a obligation d'indiquer les substances dangereuses et les substances pour lesquelles il existe une VLE dont la concentration individuelle est supérieure ou égale à 1% en poids ou 0,2% en volume.	*Pour les chaux :* *- Norme produit EN 459 – 1* *Pour le plâtre :* *- Norme produit NF B12 - 301*
Pour chacune des substances qui constituent un produit, on doit mentionner :	
Le N° EINECS ou ELINCS, numéro d'identification à 7 chiffres se rapportant à la législation européenne.	*Il doit figurer sur l'emballage des substances dangereuses (N° CE).*
Les N° CAS qui identifient tous les produits chimiques par un algorithme international.	
Quelques N° CAS : Ciment de portland : 65997 – 15 – 1 Carbonate de calcium (calcaires, fillers : poudre de roches calcaires) : 471 – 34 – 1 -Hydroxyde de calcium (Chaux aérienne calcique éteinte ou chaux hydrauliques naturelles) : 1305 – 62 – 0 - Sulfate de calcium dihydraté (Plâtre) : 10101 – 41 - 4 Acide acrylique (résines) : 79 – 10 – 7	*Le N° CAS, Chemical Abstract Service est un identifiant international déterminé par informatique. L'algorithme identifie les diagrammes structurels des produits et alloue automatiquement un N° CAS unique à chaque entité chimique.* *Le numéro est divisé en plusieurs parties séparées par des tirets.* *Le N° CAS permet d'identifier les espèces chimiques sans aucune ambiguïté.*

3. Identification des dangers	Point de Vigilance
Pour l'environnement et pour l'être humain.	*Pour les ciments courants et les chaux : on trouve dans ce chapitre la description des effets néfastes pour la santé par inhalation, contact avec la peau, les yeux, les voies respiratoires, etc.*
La classification du produit avec :	*Les effets sur l'environnement : les ciments courants et chaux sont considérés comme des déchets banals.*
Le symbole du danger.	*Incendie et explosion : les ciments et chaux ne présentent pas de risques particuliers.*
Les phrases de risques (Phrases R). Des informations complémentaires.	*Pour les ciments courants et les chaux, il s'agit du symbole : Xi – IRRITANT Pour les ciments courants et les chaux : R37/38 : irritant pour les voies respiratoires et la peau. R41 : risques de lésions oculaires graves. R43 : peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau.*
4. Description des premiers secours à porter en cas d'urgence	
Mesures des premiers secours et actions à éviter, notamment pour les personnes non formées.	*Liste des actions*
Indications à suivre en cas : d'inhalation, de contact cutané, de projection oculaire, d'ingestion.	*Liste des premiers secours : pour les chaux en cas de projection oculaire, consulter immédiatement un ophtalmologiste.*
Précision sur l'intervention du médecin : indispensable ou souhaitable.	*En cas de consultation de médecin, il faut avoir la FDS du produit avec soi.*
5. Mesures de lutte contre l'incendie	
Indication des moyens de lutte et d'extinction appropriés.	*Les ciments courants et les chaux éteintes ne présentent pas de risques particuliers ni de risques d'explosivité.*
6. Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle	
Protections individuelles et pour l'environnement, méthodes de nettoyage.	*Description des mesures, pour les ciments et chaux (attention à la dispersion accidentelle en milieu aqueux).*
7. Précautions de stockage, d'emploi et de manipulation	
Mesure de protection pour la santé, la sécurité, l'environnement, dans le cadre de la manipulation, le stockage et l'emploi du produit.	*On trouvera également dans cette rubrique les conditions optimales de stockage et les conseils d'utilisation.*

8. Procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et caractéristiques des équipements de protection individuelle requis	**Point de Vigilance**
VLE - Valeurs limites d'exposition à court terme : risques toxiques mesurés sur une durée maximale de 15 minutes.	*Les ciments courants et les chaux ne sont pas concernés par la VLE.*
VME - Valeurs limites d'exposition moyenne : risques toxiques mesurés ou estimés sur la durée d'un poste de travail.	*Pour les ciments courants et les chaux, la VME est estimée sur une durée de 8h.* *VME pour les ciments courants : 10mg/m3* *VME pour les chaux de construction : 5mg/m3*
IBE – Indice biologique d'exposition : uniquement pour le plomb.	*Un conseil : bien ventiler les locaux.*
Contrôle de l'exposition professionnelle et équipements de protection individuels recommandés.	*Protection des mains, des yeux, de la peau et du corps, mesures d'hygiène.*
9. Indication des propriétés physico-chimiques	
Aspect et couleur.	
Odeur.	*Il n'y a aucun lien entre odeur et toxicité.*
pH : c'est la valeur qui définit l'acidité (pH acide) ou l'alcalinité (pH basique) d'un produit : elle dépend de la concentration en ion Hydrogène de celui-ci.	*En solution aqueuse, le pH du ciment oscille entre 11 et 13 et celui des chaux entre 12 et 14. Il s'agit de valeurs fortement basiques.*
Point de fusion et point d'ébullition.	*Indiqué en degrés.*
Point d'éclair.	*NON APPLICABLE*
Température d'auto-inflammation.	*NON APPLICABLE*
Explosion.	*NON APPLICABLE*
Masses volumiques.	*Indication des masses apparentes et réelles.*
Solubilité dans l'eau.	
10. Stabilité du produit et réactivité	
Conditions et matières à éviter.	*Humidité au stockage = prise en sacs.* *Attention au stockage à proximité de certaines poudres de nettoyage.*
Produits de décomposition dangereux.	*Pas de produits de décomposition dangereux.*
11. Informations toxicologiques	
Indication des effets toxiques à court et moyen terme, symptômes, effets locaux cancérogènes, mutagenèse, etc.	*Pour les ciments courants et les chaux, aucune association causale entre exposition aux liants et apparition de cancers n'a été établie à ce jour.* *Risques de dermatose allergique suivant l'exposition.*

12. Informations éco-toxicologiques	Point de Vigilance
Biodégradabilité, effet sur les organismes vivants, informations complémentaires, etc.	

13. Informations sur l'élimination

Destruction et élimination du produit y compris pour les emballages, recyclage.

Les déchets issus des mortiers à base de ciments courants et de chaux sont considérés comme des déchets inertes.

14. Informations relatives au transport

Références à la réglementation internationale et à la classification.

Les ciments courants et les chaux de construction ne sont actuellement pas concernés par la réglementation internationale et la classification.

15. Informations réglementaires, en particulier sur l'étiquetage du produit

Etiquetage CE conforme à la directive 1999/45/CE :

Identification du produit :

Symbole et indication de danger :

Phrases de risques (Phrases R) :

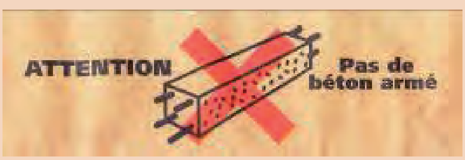
Phrases de sécurité (Phrases S) :

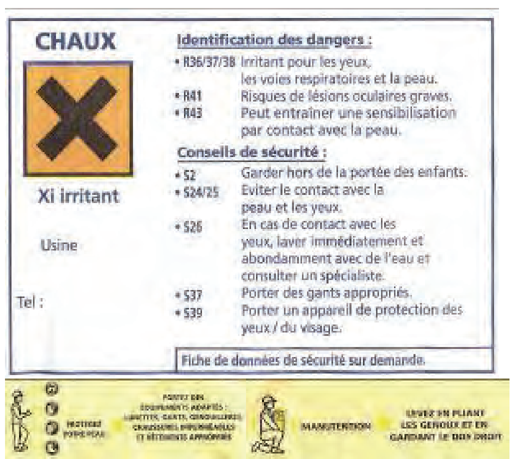


Autres réglementations :



Attention avec les chaux NHL, HL et les chaux CL, DL (EN 459-1) :





Attention ! L'étiquette doit être reproduite intégralement sur les contenants en cas de reconditionnement ou de transvasement.

16. Autres informations

Toutes les informations complémentaires pouvant contribuer à la sécurité ou à la santé des travailleurs.

Liste des abréviations, références bibliographiques, sources des données, rédacteur de la fiche, etc.

Fiche 6 : Aides & conseils aux préconisations

PRÉSENTATION

Les fiches qui suivent ont pour objectif de faire comprendre l'état initial des enduits d'un bâtiment ancien afin de pouvoir réaliser des interventions en adéquation avec celui-ci.

Ces fiches identifient les principaux désordres rencontrés pour les enduits.

Elles sont basées sur une observation précise indispensable du bâti avant toute intervention, et peuvent également servir à alerter le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage sur des problématiques avant intervention.

Trois thématiques de fiches sont présentées sur la coupe d'un mur ancien en moellons hourdés au mortier de chaux :

Une thématique sous-sol et fondations.

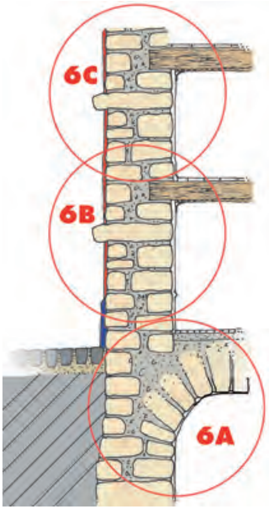
FICHE N°6A : LE CONSTAT
QUELQUES SOLUTIONS

Une thématique soubassement et rez-de-chaussée.

FICHE N°6B : LE CONSTAT
QUELQUES SOLUTIONS

Une thématique enduits d'élévation.

FICHE N°6C : LE CONSTAT
QUELQUES SOLUTIONS



Une lecture est proposée pour chaque thématique avec un constat et une solution.

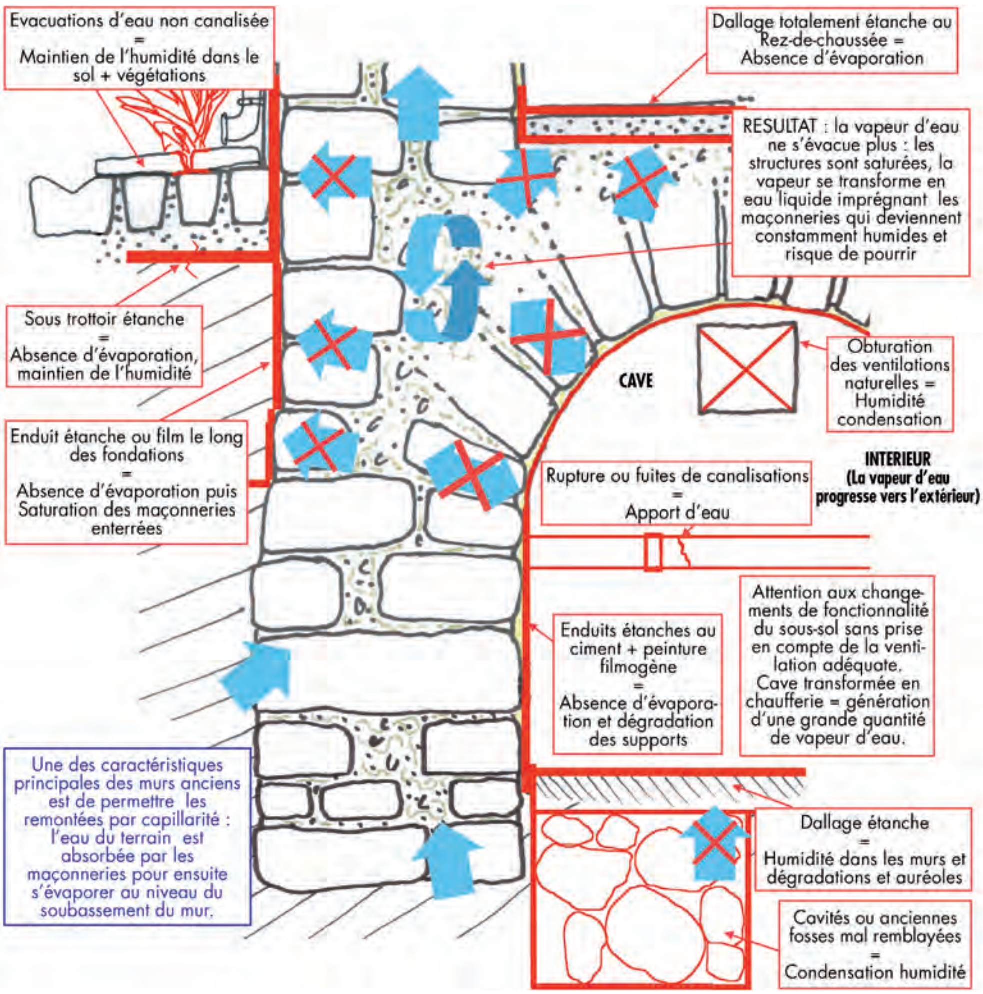
L'intervenant peut ainsi souligner les principaux problèmes rencontrés avec leurs éventuelles solutions en tenant compte systématiquement du fait que les problèmes s'additionnent et que les fiches sont liées.

L'intervenant devra également tenir compte de l'orientation et du niveau d'exposition climatique de la façade concernée avant toute intervention afin d'adapter sa stratégie de mise en œuvre. (Période de gel, climat local, exposition à l'humidité, ensoleillement, etc.)

Fiche 6a : Le Sous-sol & Les Fondations :

LES CONSTATS

Une des caractéristiques essentielles des murs anciens consiste en l'utilisation de matériaux à forte perméance à la vapeur d'eau : on dit ainsi que les murs « transpirent ». En réalité, ils évacuent plus facilement la vapeur d'eau générée par l'occupation du bâti et la climatologie locale. Ces fiches mettent en évidence les défauts, ou mise en œuvre inapproprié qui freinent ainsi la diffusion de la vapeur et saturent en humidité les structures. A ces états s'ajoutent les apports en eau qui augmentent la saturation en humidité des structures.

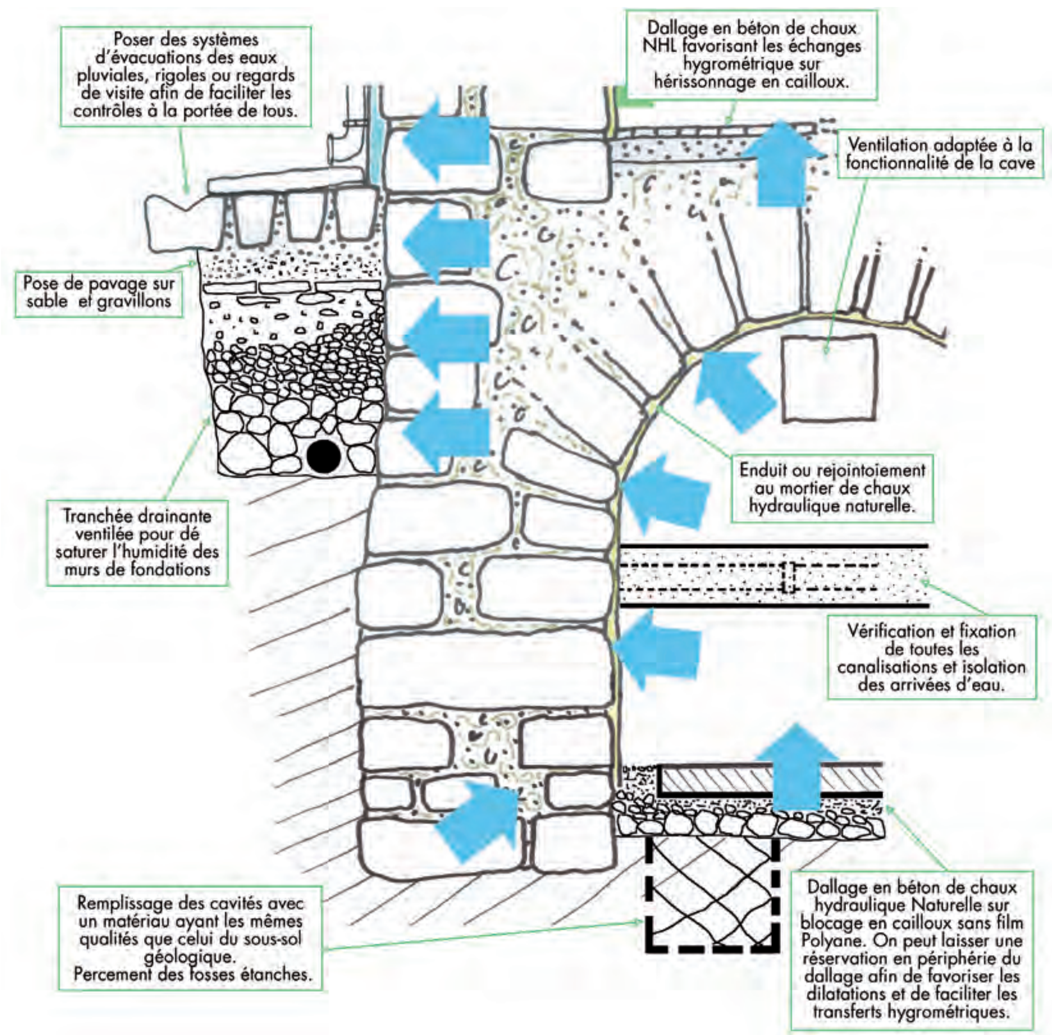


LES RISQUES A LA MISE EN ŒUVRE :

Si on vous demande d'enduire à la chaux les murs de la cave sans avoir résolu la totalité des problèmes évoqués, l'évaporation des murs saturés ne se ferait donc que par l'enduit. La quantité en vapeur d'eau à évacuer sera trop importante et permanente par rapport aux capacités de l'enduit. Cet état aboutira à des désordres des enduits nouvellement réalisés : auréoles, taches, sels, desquamations, etc.

LES SOLUTIONS

Certaines solutions peuvent paraître éloignées du sujet des enduits. En réalité, il n'en est rien : en effet, ne traiter que la problématique des enduits revient à occulter les principaux problèmes évoqués précédemment et générateurs d'humidité interne, donc de désordres. On peut comparer un bâtiment ancien au principe de transpiration d'un être humain. Ces principes seront résolus par l'utilisation conjointe de remèdes externes et internes pour limiter voir stopper les désordres.



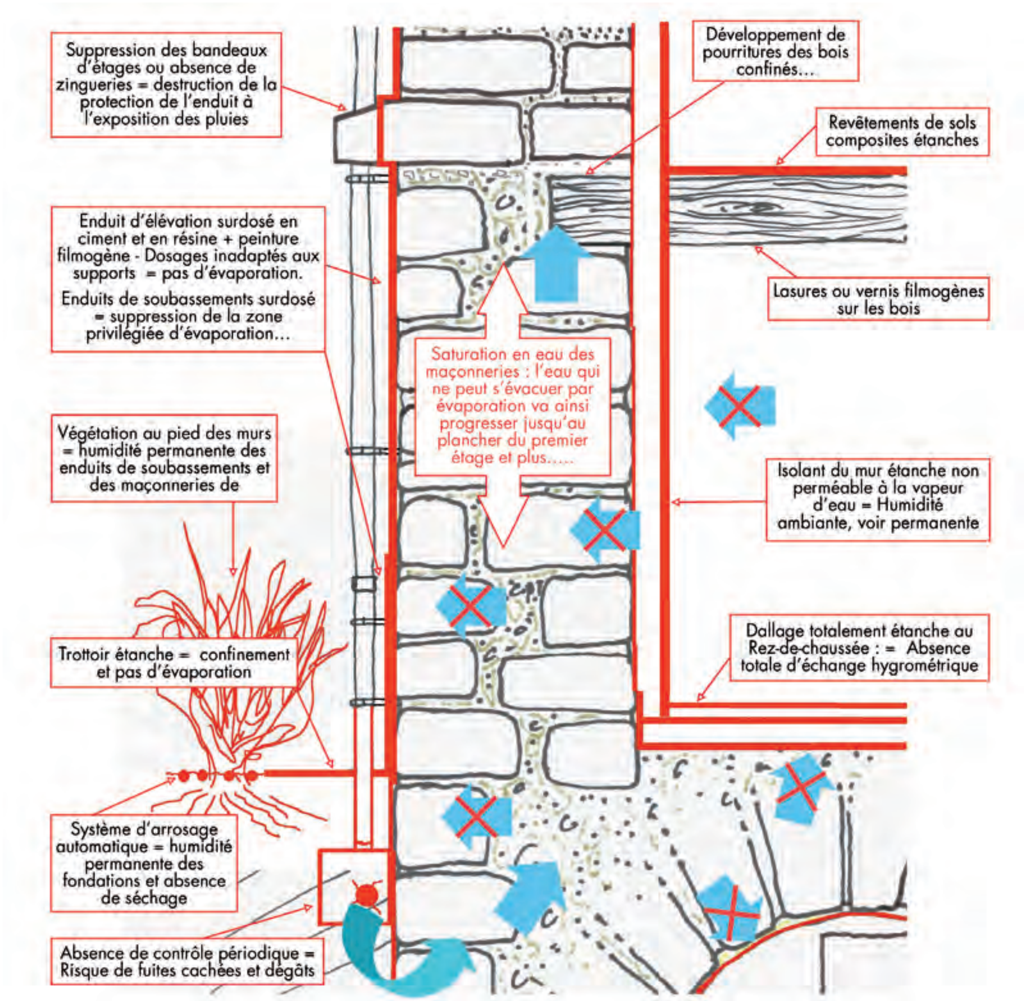
LA MISE EN ŒUVRE :

Traiter en premier les problèmes liés aux apports d'eau et d'humidité, le plus rapidement possible. Pas d'intervention avant une mise hors d'eau complète du chantier.
Permettre un délai d'attente le plus long possible entre les piquetages des existants et la réalisation des enduits afin de faciliter l'évaporation de l'eau présente dans les murs.

Fiche 6b : Soubassements & Rez-de-chaussée

LES CONSTATS

Une des caractéristiques essentielles des murs anciens consiste en l'utilisation de matériaux à forte perméance à la vapeur d'eau : on dit ainsi que les murs « transpirent ». En réalité, ils évacuent plus facilement la vapeur d'eau générée par l'occupation du bâti et la climatologie locale. Ces fiches mettent en évidence les défauts, ou mise en œuvre inapproprié qui freinent ainsi la diffusion de la vapeur et saturent en humidité les structures. A ces états s'ajoutent les apports en eau qui augmentent la saturation en humidité des structures.

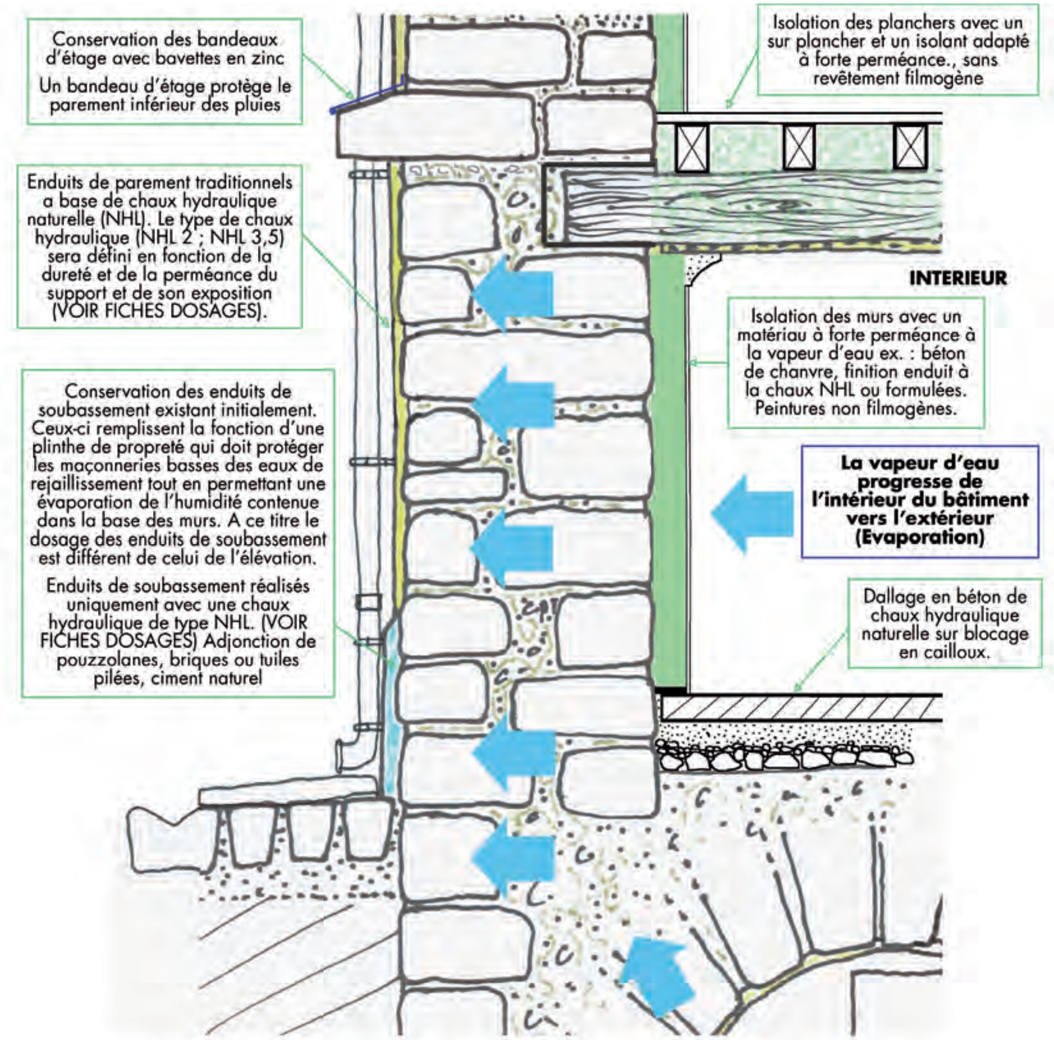


LES RISQUES A LA MISE EN ŒUVRE :

Si on vous demande d'enduire à la chaux les murs de façades sans avoir résolu la totalité des problèmes évoqués. L'évaporation des murs saturés ne se ferait donc que par l'enduit. La quantité en vapeur d'eau à évacuer sera et trop importante et permanente par rapport aux capacités de l'enduits. Cet état aboutira à des désordres des enduits nouvellement réalisés : auréoles, taches, sels, desquamations…

LES SOLUTIONS

Certaines solutions peuvent paraître éloignées du sujet des enduits. En réalité, il n'en est rien : en effet, ne traiter que la problématique des enduits revient à occulter les principaux problèmes évoqués précédemment et générateurs d'humidité interne, donc de désordres.
On peut comparer un bâtiment ancien au principe de transpiration d'un être humain. Ces principes seront résolus par l'utilisation conjointe de remèdes externes et internes pour limiter voir stopper les désordres.



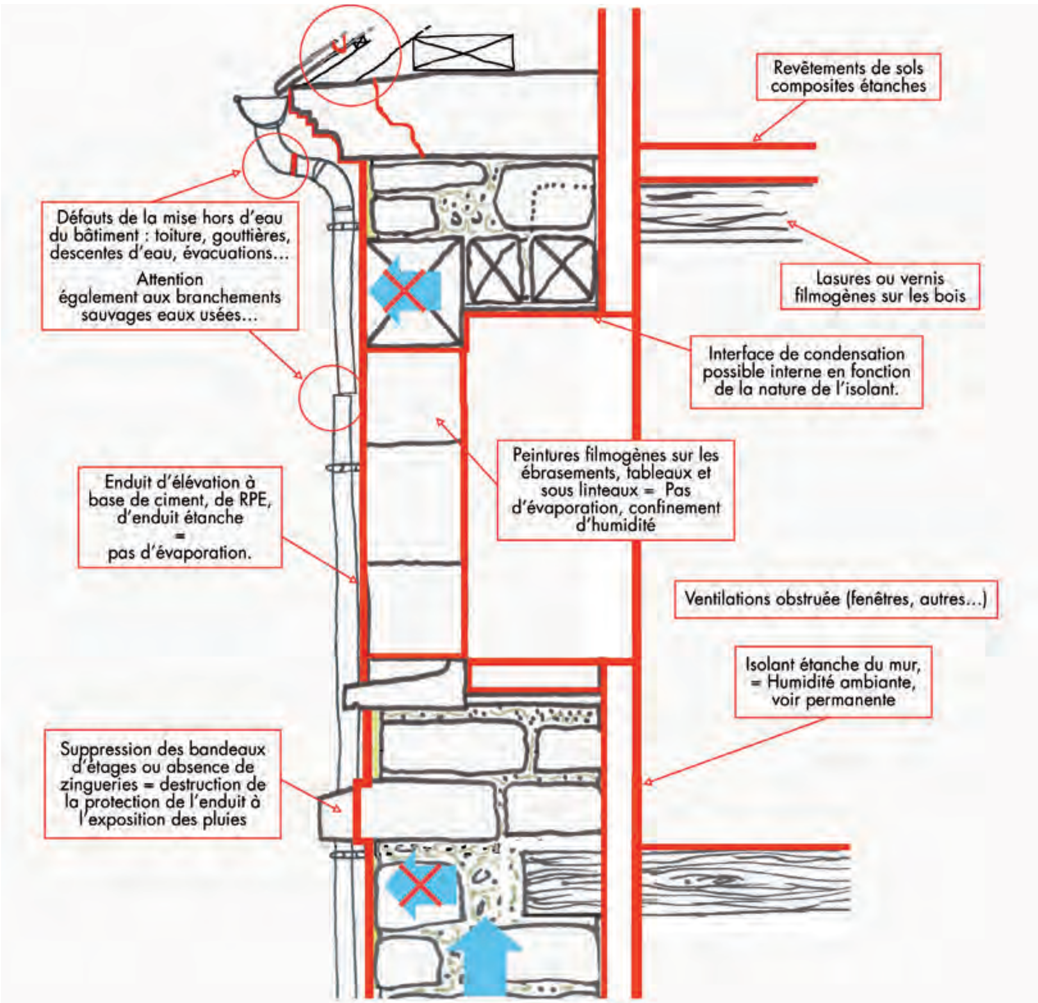
LA MISE EN ŒUVRE :

Traiter en premier les problèmes liés aux apports d'eau et d'humidité, le plus rapidement possible. Pas d'intervention avant une mise hors d'eau complète du chantier.
Permettre un délai d'attente le plus long possible entre les piquetages des existants et la réalisation des enduits afin de faciliter l'évaporation de l'eau présente dans les murs.

Fiche 6c : Enduits d'Elévation

LES CONSTATS

Une des caractéristiques essentielles des murs anciens consiste en l'utilisation de matériaux à forte perméance à la vapeur d'eau : on dit ainsi que les murs « transpirent ». En réalité, ils évacuent plus facilement la vapeur d'eau générée par l'occupation du bâti et la climatologie locale. Ces fiches mettent en évidence les défauts, ou mise en œuvre inapproprié qui freinent ainsi la diffusion de la vapeur et saturent en humidité les structures. A ces états s'ajoutent les apports en eau qui augmentent la saturation en humidité des structures.

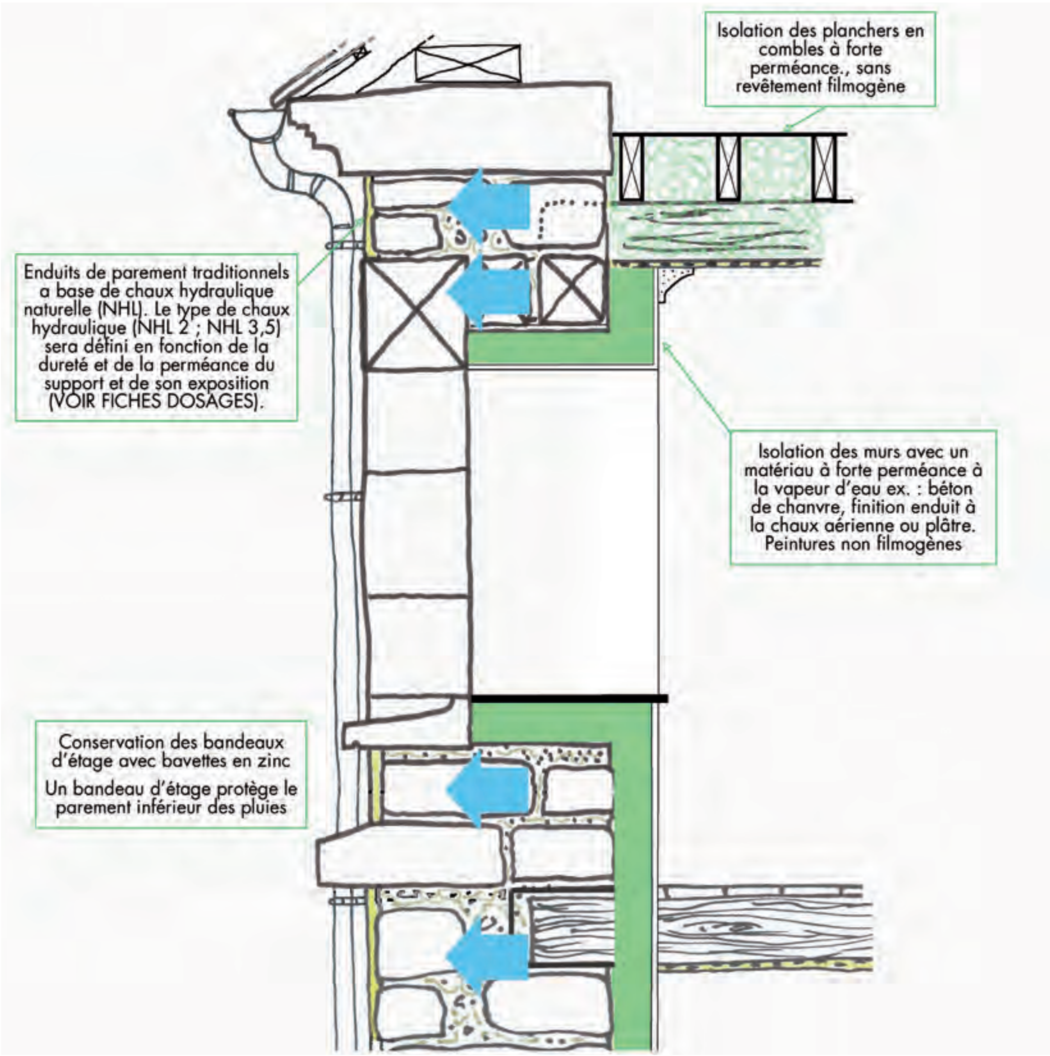


LES RISQUES A LA MISE EN ŒUVRE :

Si on vous demande d'enduire à la chaux les murs de façades sans avoir résolu la totalité des problèmes évoqués. L'évaporation des murs saturés ne se ferait donc que par l'enduit. La quantité en vapeur d'eau à évacuer sera et trop importante et permanente par rapport aux capacités de l'enduits. Cet état aboutira à des désordres des enduits nouvellement réalisés : auréoles, taches, sels, desquamations…

LES SOLUTIONS

Certaines solutions peuvent paraître éloignées du sujet des enduits. En réalité, il n'en est rien : en effet, ne traiter que la problématique des enduits revient à occulter les principaux problèmes évoqués précédemment et générateurs d'humidité interne, donc de désordres.
On peut comparer un bâtiment ancien au principe de transpiration d'un être humain. Ces principes seront résolus par l'utilisation conjointe de remèdes externes et internes pour limiter voir stopper les désordres.



LA MISE EN ŒUVRE :

Traiter en premier les problèmes liés aux apports d'eau et d'humidité, le plus rapidement possible. Pas d'intervention avant une mise hors d'eau complète du chantier.
Permettre un délai d'attente le plus long possible entre les piquetages des existants et la réalisation des enduits afin de faciliter l'évaporation de l'eau présente dans les murs.

Fiche 7 : « Pense-bête », les questions à se poser avant interventions

Les questions clefs à se poser :

Ai-je bien pris connaissance du dossier et documents contractuels ?		
Du CCAG	❑ Oui	❑ Non
Du CCTP	❑ Oui	❑ Non
Du DCE	❑ Oui	❑ Non
Du Mémoire Technique	❑ Oui	❑ Non
Des NF DTU	❑ Oui	❑ Non
Des Normes produits	❑ Oui	❑ Non
Des FDS	❑ Oui	❑ Non
Des prescriptions du MO	❑ Oui	❑ Non
De la fonction et sa destination finale	❑ Oui	❑ Non
De l'Acte d'Engagement ou devis	❑ Oui	❑ Non
Du BPU (Bordereau de Prix Unitaires)	❑ Oui	❑ Non
Du DPGF	❑ Oui	❑ Non
Des Plans	❑ Oui	❑ Non
Ai-je rempli la fiche diagnostic et réception des supports ? Lu la fiche 3 du chapitre IV – Boîte à Outils	❑ Oui	❑ Non
Ai-je visité le site et le bâtiment ?	❑ Oui	❑ Non
Le bâtiment est ou était-il revêtu d'un enduit et de quel type d'enduit ? (nature, couleur et granulométrie du sable, badigeon) Lu la fiche 4 du chapitre IV – Boîte à Outils	❑ Oui	❑ Non
Le bâtiment est-il un monument historique ?	❑ Oui	❑ Non
Connais-je la date et l'époque du bâtiment ?	❑ Oui	❑ Non
Connais-je la fonction première du bâtiment ?	❑ Oui	❑ Non
Connais-je sa nouvelle utilisation ou fonction ?	❑ Oui	❑ Non
Le bâtiment présente-t-il des désordres ?	❑ Oui	❑ Non
Le bâtiment est-il en sécurité ?	❑ Oui	❑ Non

Prise de notes chantier

Nom du chantier :

Fiche 8 : Autocontrôle des Façades Enduites

1. Désignation du chantier : ……………………………………………………………

Désignation de la façade ………………………………………………………………
réalisé le : ………………. / ………………. / ……………….

2. Condition climatique : *(cocher la ou les cases correspondantes)*

Soleil ❑ Pluie ❑ Vent ❑ Humide / brouillard ❑ couvert ❑
Froid (si entre 5 et 10°C) ❑ Gel nocturne ❑

Température en °C le jour de l'enduisage : Le matin ……….. °C, L'après-midi ……….. °C

3. Equipe réalisatrice :

Nom du chef d'équipe /de chantier : ……………………………………………………

Nom du compagnon à la bétonnière : ……………………………………………………

Nom(s) du /des compagnon(s) qui projette(nt) le dégrossis : …………………………………

……………………………………………………………………………………………

Nom(s) du /des compagnon(s) qui réalise(nt) la finition : ……………………………………

……………………………………………………………………………………………

4. Matériaux utilisés :

Le(s) sable(s) utilisé(s) pour les renformis / corps d'enduit (dégrossis) :

Sable 1 : Provenance (carrière) : ………………………… Nature : …………………………
Granulométrie : …………………………

Sable 2 : Provenance (carrière) : ………………………… Nature : …………………………
Granulométrie : …………………………

Le(s) sable(s) utilisé(s) pour la finition :

Sable 3 : Provenance (carrière) : ………………………… Nature : …………………………
Granulométrie : …………………………

Sable 4 : Provenance (carrière) : ………………………… Nature : …………………………
Granulométrie : …………………………

Sable 5 : Provenance (carrière) : ………………………… Nature : …………………………
Granulométrie : …………………………

La chaux utilisée pour les pour le renformis/corps d'enduit (dégrossis) :

Nom du fabricant : .... Nom du produit : .... Appellation normative : ....

La chaux utilisée pour les pour la finition :

Nom du fabricant : .... Nom du produit : .... Appellation normative : ....

La chaux utilisée pour les badigeons :

Nom du fabricant : .... Nom du produit : .... Appellation normative : ....

Les additifs utilisés :

Nom du fabricant : ....Nom du produit : ....

Les Adjuvants utilisés :

Nom du fabricant : ....Nom du produit : ....

5. Dosages pratiqués :

Pour les renformis/corps d'enduit (dégrossis) :

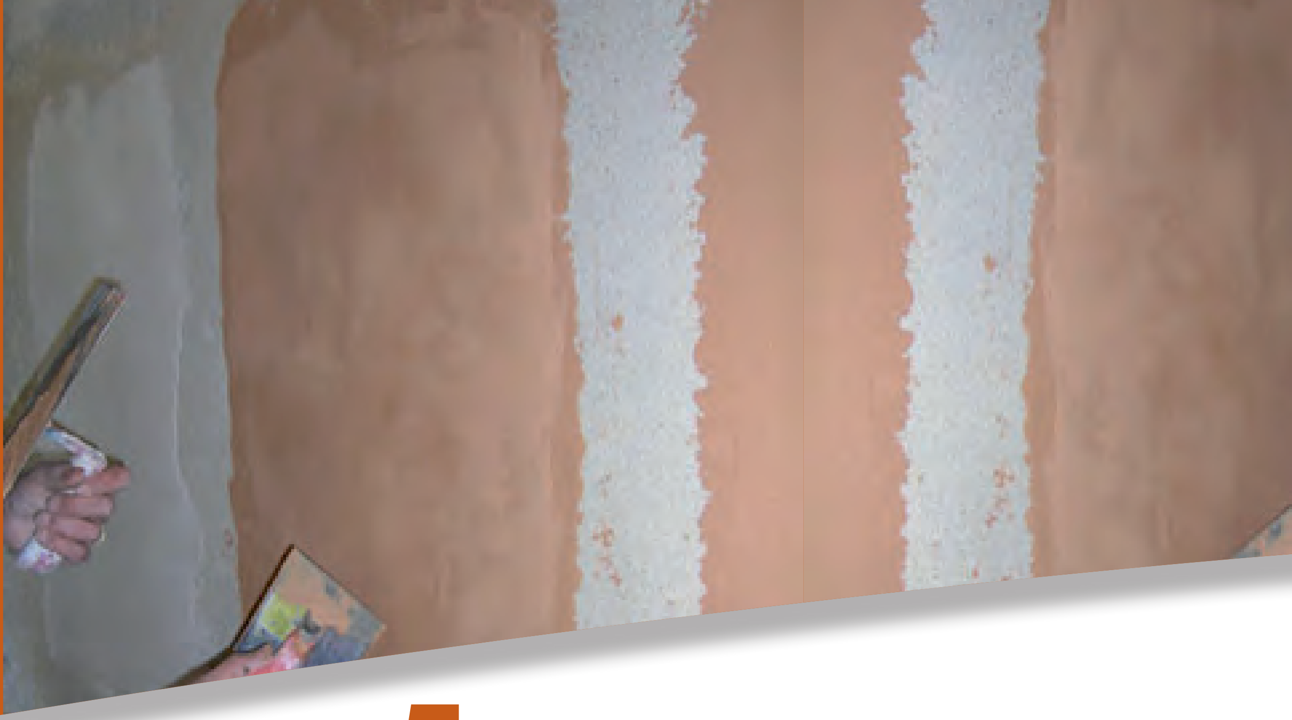
Vol. de sable 1 : .... Vol. de sable 2 : .... Vol. de chaux : .... Adjuvant ....

Pour la finition :

Vol. de sable 3 : .... Vol. de sable 4 : .... Vol. de sable 5 : .... Vol. de chaux : ....

Adjuvant .... Additifs ....

5- Badigeons



5- Badigeons

5.1 Badigeons réalisés à la chaux aérienne :

5.1.1 Historique :

Le badigeon à la chaux existe depuis l'Antiquité. Il s'agit de la finition la plus simple et la plus économique, qui a l'avantage d'être bactéricide. Composé globalement d'un mélange de chaux et d'eau, il est appliqué à la brosse. Il s'apparente parfois au chaulage, à la réalisation d'une eau forte ou d'une patine. Le terme badigeon est notifié dans un ouvrage de Jean-Baptiste Coignard en 1676 pour colorer une façade à l'image d'un appareil en pierre de taille calcaire.

Plusieurs formulations vont perdurer jusqu'au début du XXe siècle où l'on constate un suivi des éléments suivants :

- Les badigeons peuvent être des traitements de façades qui imitent les pierres appareillées et sont appliqués par les maçons.
- Les badigeons peuvent être additionnés de poudre de pierre calcaire, ce qui constitue des charges minérales riches en carbonate de calcium.
- L'emploi du sel d'alun semble faire son apparition au XIXe siècle.
- Le terme badigeon a pris à notre époque une signification beaucoup plus large, allant même jusqu'à se confondre avec celui de peinture à la chaux. Pour la coloration, l'emploi des ocres, des terres et autres colorants naturels sont recommandés.

5.1.2 Les types de supports :

Les SUPPORTS COMPATIBLES

Le badigeon à la chaux s'applique, à l'intérieur comme à l'extérieur, sur un support poreux brut de type enduit à la chaux non hydrofugé sans tache d'humidité permanente.

Il s'applique en élévation ou en plafond sur les supports suivants :

- Enduits anciens à la chaux propres sans peintures filmogènes en élévations, sauf soubassements.
- Parements de craie et roches calcaires tendres à très tendres sans revêtement filmogène ou hydrofuge.
- Parements de brique à porosité ouverte sans aucun revêtement de surface.
- Enduits à la chaux hydraulique ou à la chaux aérienne neufs.
- Poutraisons de planchers en bois sec, non gras et sans aucun revêtement préalable.
- Enduits extérieurs aux mortiers plâtre chaux sable exempts de toutes peintures filmogènes.
- Enduits intérieurs au plâtre propres et secs.

Les SUPPORTS INCOMPATIBLES

Le badigeon ne tient pas sur des peintures organiques, enduits de mortier de ciments, enduits de soubassements et appuis de baies.

Exemples de supports inadaptés :

- Blocs béton ou « parpaings » et murs en béton banchés.
- Enduits, murs ou parements peints avec des peintures : vinyliques, acryliques, à l'huile, aux silicates.
- Tous les enduits de soubassements.
- L'acier, le verre, le plastique.

5.1.3 Matériels et matériaux :

Le MATERIEL NECESSAIRE

- Une brosse à badigeon en soie naturelle ronde ou rectangulaire en fonction des finitions choisies et adaptées à la rugosité du support.
- Des récipients en plastique avec repères de dosage au volume adapté.
- Une balance pour mesurer le poids de la chaux utilisée.

- Un mélangeur électrique ou un fouet si quantité restreinte.
- L'équipement de protection individuel requis (lunettes, gants, pantalons et manches longues, masque si univers confiné).

Les MATERIAUX NECESSAIRES

- Usage de la chaux aérienne éteinte calcique pour le bâtiment de type CL 90-S. Cette chaux peut être en pâte ou en poudre. Le mélange avec des pigments secs sera plus facile avec de la chaux en poudre. Pour un badigeon uniquement blanc, la chaux en pâte convient parfaitement bien.
- De l'eau potable : attention à l'excès de chlore qui peut provoquer des réactions chimiques avec les adjuvants ! Exclure les eaux de récupérations : piscines, bassins, etc.
- Des fixatifs du type sel d'alun ou alun de potasse.
- De la poudre de pierre ou de marbre en charge minérale.
- Des terres colorantes et pigments naturels compatibles avec la chaux aérienne.
- Eventuellement : une résine d'accrochage.

5.1.4 Préparation du support :

Sur un enduit existant : il faut impérativement humidifier les supports et adapter la texture du mélange en fonction de la porosité de ce dernier. L'application se faisant en trois couches, il est nécessaire de réaliser une première couche d'apprêt plus diluée 1 à 2 jours avant la pose de deux autres couches.

Sur un enduit neuf à la chaux naturelle (aérienne, hydraulique), ou à base de plâtre, deux techniques peuvent être employées :

1. Pose sur un enduit frais : « à fresco » par application d'un dosage liquide qui ne ferme pas la carbonatation du support (type eau-forte ou patine), 1re couche le jour même, deux à quatre heures après la dernière passe d'enduit. Les deux dernières couches seront appliquées le lendemain.

Attention ! Si le badigeon est trop épais, la carbonatation de l'enduit sera stoppée et l'enduit ne tiendra pas !

2. Sur un enduit après complet séchage de celui-ci. Dans ce cas, il faut procéder comme pour l'enduit existant : bien humidifier au préalable l'enduit. On respectera un délai d'application d'une journée entre chaque couche. La durée pratique d'utilisation du badigeon à la CL 90 est de quelques jours à condition de conserver le mélange dans un récipient hermétique.

5.1.5 La mise en œuvre :

L'application se fait en trois couches croisées ; en cas de coloration les 3 couches seront colorées. Sur l'enduit existant, il faut humidifier la veille de l'application. Une pulvérisation est nécessaire 1 heure avant l'application de la 1re couche (sans excès ni coulures d'eau). Protéger la façade d'un ensoleillement et d'un vent important. Ne pas appliquer en dessous de 8°.

Deux effets peuvent être obtenus par le mode d'application des deux dernières couches.

- Soit en croisant les couches en croix de Saint André, ce qui donnera un effet dégradé et panaché du badigeon.
- Soit en appliquant de gauche à droite et en finissant par une couche appliquée verticalement et en faisant attention aux raccords de superpositions qui viennent en surcharge.

Il faut régulièrement remuer le mélange qui sédimente facilement au fond du récipient. Non mélangé, il peut entraîner des variations de teinte.

Comme un enduit, le badigeon, une fois appliqué, ne se retouche pas à l'état frais. Il ne faut pas « tirer » le badigeon comme une laque ou une peinture synthétique car on risque de voir un détachement de la couche inférieure.

L'application au rouleau et au pistolet n'est pas appropriée pour les badigeons. Le temps minimal entre les couches est le suivant : la 1re couche le jour même, la 2e le lendemain, la 3e le surlendemain.

Dosage proposé d'un badigeon à la chaux CL 90

CL 90 S	EAU	RESINE	PIGMENTS	ADDITIFS
Pour un BADIGEON :	Eau du robinet contenant ou non du sel d'Alun*	Résine latex	Respect du NF DTU	Charge minéral Facultatif :
1 litre de chaux	2 à 4 litres d'eau	5% max. du poids de la chaux	Quantité inférieure à 5% du poids de la chaux	10 à 15% du poids de la chaux
COMMENTAIRES : le BADIGEON est un traitement de façade posé en trois couches. Opaque, il permet de masquer un léger faïençage des enduits. Applicable aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur. Léger farinage possible en fonction des dosages, qui s'atténue dans le temps. Protection des enduits.				
*1kg de sel d'Alun dilué préalablement dans 10 litres d'eau.				

CL 90 S	EAU	RESINE	PIGMENTS	ADDITIFS
Pour une PATINE ou EAU FORTE :	Eau du robinet contenant ou non du sel d'Alun*	Résine latex Facultatif :	Respect du NF DTU	Pas nécessaire
1 litre de chaux	6 à 15 litres d'eau voir +	10% maximum du poids de la chaux	Quantité inférieure à 5% du poids de la chaux.	
COMMENTAIRES : la PATINE est un traitement de façade destiné à uniformiser un parement ou des reprises en formant un voile qui ne cache pas la texture du support. Protection des épidermes.				
*1kg de sel d'Alun dilué préalablement dans 10 litres d'eau.				

Note sur la coloration

Le badigeon de chaux aérienne CL 90 est d'un blanc vif éblouissant (on en trouve encore dans certaines îles bretonnes ou vendéennes).

Il est possible de colorer ce badigeon avec des oxydes, des terres, des ocres. Dans tous les cas, on s'assurera auprès du fournisseur de la résistance des pigments au milieu fortement basique.

La teinte finale sera toujours beaucoup plus claire que la teinte humide : *il faut donc faire un choix sur des échantillons qui auront complètement séché. Après l'application, des nuances importantes visibles les premiers jours disparaîtront les jours suivants au fur et à mesure du séchage.*

Attention aux surcharges de reprises : les pigments s'additionnent et la teinte varie.

Note sur le séchage et la carbonatation

Le temps minimum de durcissement et de carbonatation d'un mortier à base de CL 90 doit être d'au moins 60 jours avec une température positive d'au moins 10°C pendant cette période. La période de carbonatation de la CL 90 doit toujours se produire en température positive dans les 100 jours qui suivent l'application. Pour les badigeons, cette période est plus courte du fait de sa faible épaisseur. Elle peut être réduite de 20 à 30 jours suivant les conditions climatiques locales.

Bon à savoir

La saison idéale de mise en œuvre, à adapter en fonction des régions et des conditions climatiques locales, est de mai à fin août.

5.2 Badigeons réalisés à la chaux hydraulique NATURELLE NHL 2 :

5.2.1 Historique :

Il faut apprécier avec prudence la tendance actuelle qui consiste à classer tous les badigeons dans des formulations uniquement à base de chaux aérienne. On doit se souvenir que beaucoup de chaux aériennes, fabriquées par les anciens avec des calcaires argileux (majoritaires sur le territoire), avaient un faible pouvoir hydraulique (proche par exemple d'une NHL 2).

Une des propriétés spécifiques de cette chaux est : dans un premier temps, de faire sa prise en présence d'eau (hydraulique) puis, dans un second temps, grâce à sa forte présence de chaux libre, de durcir par réaction avec le dioxyde de carbone présent dans l'air (carbonatation).

Pour la réalisation des badigeons, il faudra donc tenir compte des temps de prise spécifiques aux chaux hydrauliques naturelles NHL 2.

5.2.2 Les types de supports :

Les SUPPORTS COMPATIBLES

Le badigeon à la chaux s'applique, à l'intérieur comme à l'extérieur, sur un support poreux brut de type enduit à la chaux non hydrofugé sans tache d'humidité permanente. Il s'applique en élévation ou en plafond sur les supports suivants :

- Enduits anciens à la chaux propres sans peintures filmogènes en élévations, et enduits de soubassement peu exposés.
- Parements de pierre et roches très tendres à dures sans revêtement filmogène ou hydrofuge.
- Parements de brique à porosité ouverte sans aucun revêtement de surface.
- Enduits à la chaux hydraulique ou à la chaux aérienne neufs.
- Poutraisons de planchers en bois sec, non gras et sans aucun revêtement préalable.
- Enduits à base de ciment ou de ciment à maçonner.

Les SUPPORTS INCOMPATIBLES

Ce badigeon ne tient pas sur des peintures organiques ni sur les badigeons réalisés à la chaux aérienne. Exemples de supports inadaptés :

- Blocs béton ou « parpaings » et murs en béton banchés.

- Enduits extérieurs aux mortiers plâtre chaux sable exempts de toutes peintures filmogènes.
- Enduits intérieurs au plâtre propres et secs.
- Enduits, murs ou parements peints avec des peintures : vinyliques, acryliques, à l'huile, aux silicates.
- Enduits à base de revêtement plastique épais et à base de résines.
- L'acier, le verre, le plastique.

5.2.3 Matériels et matériaux :

Le MATERIEL NECESSAIRE

- Une brosse à badigeon en soie naturelle ronde ou rectangulaire en fonction des finitions choisies et adaptées à la rugosité du support.
- Des récipients en plastique avec repères de dosage au volume adapté.
- Une balance pour mesurer le poids de la chaux utilisée.
- Un mélangeur électrique ou un fouet si quantité restreinte.
- L'équipement de protection individuel requis (lunettes, gants, pantalons et manches longues, masque si univers confiné).

Les MATERIAUX NECESSAIRES

- Usage préférable de la chaux hydraulique naturelle de type NHL 2. Le mélange avec des pigments secs sera plus facile avec de la chaux en poudre. Pour un badigeon uniquement blanc, la chaux NHL 2 convient bien.
- De l'eau potable : attention à l'excès de chlore, qui peut provoquer des réactions chimiques avec les adjuvants ! Exclure les eaux de récupérations (piscines, bassins, etc.)
- Des fixatifs du type sel d'alun ou alun de potasse.
- De la poudre de pierre ou de marbre en charge minérale.
- Des terres colorantes et pigments naturels compatibles avec la chaux NHL 2.
- Eventuellement : une résine d'accrochage.

5.2.4 Préparation du support :

Sur un enduit existant : il faut impérativement humidifier les supports et adapter la texture du mélange en fonction de la porosité de ce dernier. L'application se faisant en trois couches, il est nécessaire de réaliser une première couche d'apprêt plus diluée 1 à 2 jours avant la pose de deux autres couches.

Sur un enduit après complet séchage de celui-ci. Dans ce cas, il faut procéder comme pour l'enduit existant et bien humidifier au préalable l'enduit. On respectera un délai d'application d'une journée entre chaque couche.

La durée pratique d'utilisation du badigeon à la NHL 2 est de quelques heures à une journée.

5.2.5 La mise en œuvre :

L'application se fait en trois couches croisées. En cas de coloration, les 3 couches seront colorées. Sur l'enduit existant, il faut humidifier la veille de l'application et une pulvérisation est nécessaire 1 heure avant l'application de la 1re couche (sans excès ni coulures d'eau). Protéger la façade d'un ensoleillement et d'un vent important. Ne pas appliquer en dessous de 8°.

Deux effets peuvent être obtenus par le mode d'application des deux dernières couches.

- Soit en croisant les couches en croix de Saint André, ce qui donnera un effet dégradé et panaché du badigeon.
- Soit en appliquant de gauche à droite et en finissant par une couche appliquée verticalement et en faisant attention aux raccords de superpositions qui viennent en surcharge.

Bon à savoir

Il faut régulièrement remuer le mélange qui sédimente facilement au fond du récipient. Non mélangé, il peut entraîner des variations de teinte.

Comme un enduit, le badigeon, une fois appliqué, ne se retouche pas à l'état frais. Il ne faut pas « tirer » le badigeon comme une laque ou une peinture synthétique car on risque de voir un détachement de la couche inférieure.

L'application au rouleau et au pistolet n'est pas appropriée pour les badigeons. Le temps minimal entre les couches est le suivant : la 1re couche le jour même, la 2e le lendemain, la 3e le surlendemain.

Dosage proposé d'un badigeon à la chaux NHL 2

Chaux NHL 2	EAU	RESINE	PIGMENTS	ADDITIFS
Pour un BADIGEON :	Eau du robinet contenant ou non du sel d'Alun*	Résine latex Facultatif :	Respect du NF DTU	Charge minéral Facultatif :
1 litre de chaux	2 à 4 litres d'eau	5% max. du poids de la chaux	Quantité inférieure à 5% du poids de la chaux	10 à 15% du poids de la chaux
COMMENTAIRES : le BADIGEON est un traitement de façade posé en trois couches. Opaque il permet de masquer un léger faïençage des enduits. Applicable aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur. Léger farinage possible en fonction des dosages, qui s'atténue dans le temps. Protection des enduits.				

Chaux NHL 2	EAU	RESINE	PIGMENTS	ADDITIFS
Pour une PATINE ou EAU FORTE:	Eau du robinet contenant ou non du sel d'Alun*	Résine latex Facultatif :	Respect du NF DTU	Pas nécessaire ou
1 litre de chaux	6 à 15 litres d'eau voir +	10% maximum du poids de la chaux	Quantité inférieure à 5% du poids de la chaux.	avec poudre de pierre issue du parement.
COMMENTAIRES : la PATINE est un traitement de façade destiné à uniformiser un parement ou des reprises en formant un voile qui ne cache pas la texture du support. Protection des épidermes.				

Note sur la coloration

Les badigeons de Chaux NHL 2 sont d'un blanc moins lumineux que ceux réalisés avec la chaux CL 90. Ils peuvent être utilisés sans colorations.

Il est possible de colorer ce badigeon avec des oxydes, des terres, des ocres. Dans tous les cas on s'assurera auprès du fournisseur de la résistance des pigments au milieu fortement basique.

La teinte finale sera toujours beaucoup plus claire que la teinte humide : il faut donc faire un choix sur des échantillons qui auront complètement séché. Après l'application, des nuances importantes visibles les premiers jours disparaîtront les jours suivants au fur et à mesure du séchage.

Attention aux surcharges de reprises : les pigments s'additionnent et la teinte varie.

Note sur la prise et le durcissement (séchage et carbonatation)

Le temps minimum de prise et de durcissement d'un mortier à base de NHL 2 doit être d'au moins 28 jours avec une température positive idéale pendant ces 28 jours de +10° au minimum (8° selon le DTU 26.1). La carbonatation de la NHL 2 est plus lente (environ 60 jours) que sa prise hydraulique et doit toujours se produire en température positive.

Bon à savoir

Saison idéale de mise en œuvre, à adapter en fonction des régions et des conditions climatiques locales : avril à septembre.

1. LE FARINAGE DES BADIGEONS



Constats des désordres ou pathologies

Après avoir passé la main sur le badigeon, on constate que celui-ci laisse un dépôt que l'on peut comparer à de la farine sur les doigts.

Pourquoi :

- Usure naturelle du badigeon.
- Action conjuguée de l'air, de l'eau de pluie et des rayonnements solaires.
- Surface qui n'a pas été assez humidifiée, avant l'application du badigeon. Cela crée une mauvaise adhérence de ce dernier au reste du support et un farinage « prématuré ».
- Le support doit être poreux afin de permettre au badigeon de s'imprégner.

Que faire :

- Evaluer l'étendue de la pathologie sur l'édifice.
- Entretenir le badigeon en y appliquant un badigeon au lait de chaux (5 à 12 ans).
- Veiller à un bon système d'évacuation des eaux de pluie de la façade.
- Intégrer un fixatif au badigeon.
- Humidifier la façade avant intervention.

Et surtout :

- Ne pas oublier de prendre en compte les types de supports.
- Ne pas oublier d'humidifier la veille et le jour même les supports.
- Ne pas oublier de protéger du soleil.
- Ne pas surdoser en colorants.

Bon à savoir

Farinage ne veut pas dire systématiquement mauvaise tenue, certains badigeons farinent naturellement pendant des décennies.

2. LA DESQUAMATION ET L'EXFOLIATION DES BADIGEONS



Constats des désordres ou pathologies

Constatation visible à l'œil nu de desquamation, d'exfoliation du badigeon sur support enduit. La desquamation et l'exfoliation concernent principalement le badigeon à la chaux. Il part en feuille ou pèle. Le revêtement perd ainsi sa «peau » de protection.

Pourquoi :

- Des supports trop humides avec un excès d'évaporation d'eau résiduelle.
- Une dessiccation de la première couche du badigeon.
- Un badigeon surdosé, posé sur une couche sous-dosée et inversement. (Dilatation différentielle).
- Un surdosage en résine et/ou en liant de la couche de finition : celle-ci part en feuilles.
- Un manque d'humidification préalable des supports.
- Un ensoleillement violent.
- Le gel pendant la prise du badigeon.

Que faire :

- Décroûtage partiel ou total de l'ancien badigeon, sans altération de la couche d'enduit.
- Application d'un nouveau badigeon en trois couches en respectant les dosages et l'application.
- Respecter les temps de séchage entre chacune des couches.
- Réaliser le badigeon dans des conditions optimales entre 8°C et 25°C par beau temps, au printemps de préférence.
- Etre attentif au dosage des adjuvants, ne pas surdoser.

Et surtout :

- Ne pas faire les badigeons en période de gel, ni avec une température inférieure à 8°C.
- Ne pas oublier de tenir compte de l'orientation des façades.
- Ne pas oublier d'humidifier la veille et le jour même les supports.
- Ne pas oublier de protéger du soleil les badigeons.
- Ne pas surdoser en adjuvant le badigeon.

Bon à savoir

Se méfier de la réalisation des badigeons à une période trop proche de la période hivernale.

6- Glossaire



6- Glossaire

A-B-C-D... Glossaire

Adjuvant	Produit ajouté au mortier en faible quantité pour en améliorer certaines propriétés. On distingue les adjuvants modifiant les caractéristiques du mortier à l'état frais (amélioration de la mise en œuvre) et ceux intervenant sur les propriétés des mortiers à l'état durcis (amélioration des performances).
Aérienne	Caractère d'une chaux qui fait son durcissement avec le gaz carbonique de l'air.
Agrégat	Voir granulat
Aluminate	Sel formé à partir d'aluminium. Contribue par calcination avec des carbonates de calcium à l'hydraulicité des chaux.
Badigeon de chaux	Lait de chaux coloré ou non, appliqué sur des enduits, parfois sur des parements de pierre. Composition : 2 à 3 volumes de chaux éteinte pour 1 volume d'eau.
Berthelet	Outil à deux tranchants, l'un lisse, l'autre bretelé (refendu), utilisé pour recouper les enduits de plâtre et chaux.

Béton	Mélange rigoureux et homogène de gravillons, sable, ciment, eau et parfois adjuvant. Il se distingue d'un mortier car il peut être structurel.
Blanc de chaux	C'est une chaux aérienne éteinte ayant carbonaté, utilisée comme pigment blanc. On le trouve souvent sous le nom de « blanc de St-Jean ». Cela peut également être du Carbonate de calcium, calcaire broyé, « blanc de Meudon »
Calcaire	Nom général des roches sédimentaires contenant du carbonate de calcium. Ce mot provient du latin « calcarius » (qui contient de la chaux). On l'appelle parfois carbonate de chaux. Sa formule chimique est CaCO3.
Calciner	Action de soumettre à une température élevée. Provient du latin « calcis », qui désigne la transformation du calcaire en chaux sous l'action de la chaleur.
Calibre	Outil de profilage des moulures traînées, gabarit.
Carbonatation	Opération de transformation en carbonate à partir d'acide carbonique (gaz carbonique dissous dans l'eau). C'est l'opération de « durcissement » d'une chaux aérienne.
Carbonate de calcium	Voir calcaire.
Carbonate de chaux	Voir calcaire.
Caséine	Principale protéine du lait (environ 30 g par litre), utilisée pour son important pouvoir collant.
Chaulage	Lait de chaux épais généralement blanc. Il se compose d'environ 1 volume de chaux éteinte pour 1 volume d'eau. Terme utilisé aussi en agriculture dans le cas d'amendements à la chaux.
Chaux aérienne Eteinte	Chaux issues du calcaire pur ayant formé par calcination puis extinction des hydroxydes de calcium ou hydrates de chaux [Ca(OH)2]. Chaux ayant la propriété de faire son durcissement à l'air, par réaction avec le gaz carbonique. Plus le calcaire servant à sa fabrication est pur, plus la chaux sera aérienne. On trouve ces chaux sous forme de poudre ou de pâte.
Chaux en pâte	Chaux aérienne éteinte dans un bain d'eau et formant ainsi une pâte. Elles sont conservées dans des fosses.
Chaux éteinte	Après calcination des calcaires, l'extinction par apport d'eau donne les chaux éteintes. Elles peuvent être aériennes ou hydrauliques naturelles.
Chaux grasse	Voir chaux aérienne.

Chaux hydratée	Voir chaux éteinte.
Chaux hydraulique	Chaux produites par mélange de plusieurs composants qui peuvent être de la chaux aérienne, de la chaux hydraulique naturelle, du ciment, du clinker, de la pouzzolane, des colorants, des adjuvants, etc.) La dénomination normalisée pour les désigner est : HL.
Chaux hydraulique naturelle NHL	Chaux obtenue par calcination d'un calcaire siliceux ou argileux ayant la propriété de faire une partie de sa prise à l'eau, et un durcissement à l'air. La dénomination normalisée pour les désigner est : NHL.
Chaux vive	Matériau obtenu par calcination d'un calcaire. Son avidité pour l'eau lui a valu son nom. Nom de la chaux utilisée avant extinction.
Ciment	Liant obtenu par la cuisson à haute température (1500°C) d'un mélange de 80% de calcaire et 20% d'argile appelé clinker. D'autres composants peuvent être ajoutés lors du broyage (calcaires, pouzzolane, laitiers, cendres, etc.)
Couvrant	Capacité d'un lait de chaux à couvrir de façon opaque une surface.
Corps d'enduit	Dans le cas d'un enduit en trois couches, le corps d'enduit est la deuxième couche. Il contribue à assurer la planéité du support (on parle parfois de couche de dressage), mais aussi l'imperméabilisation.
Crépi	Enduit à la finition grossière.
Dégrossi	Le dégrossi est l'appellation courante de l'addition du gobetis et le corps d'enduit.
Détrempe à la chaux	Voir eau-forte.
Dioxyde de carbone	Gaz carbonique (CO_2). Il participe au durcissement des liants aériens.
Eau de chaux	Eau provenant de l'extinction de la chaux vive.
Eau-forte	Lait de chaux très dilué ou détrempé à la chaux, formé par 1 volume de chaux pour 6 à 8 volumes d'eau.
Efflorescences	Cristaux formés en surface des parements de pierre ou d'enduit par l'évaporation d'eau chargée en sels.
Enduit	Revêtement composé de plusieurs couches de matériau minéral, destiné à assurer la protection (eau, chocs, etc.) et l'esthétique de l'ouvrage qu'il recouvre.

Entraîneur d'air	Adjuvant favorisant la formation de bulles d'air dans les mortiers, permettant une meilleure maniabilité de celui-ci à l'état frais ainsi qu'une meilleure résistance au cycle de gel/dégel à l'état durci.
Extinction	Opération d'hydratation qui consiste à passer de la chaux vive à la chaux éteinte. Cette réaction est exothermique et s'accompagne d'une augmentation de volume que l'on nomme foisonnement.
Faïençage	Réseau d'un maillage de microfissures d'un enduit, généralement dû à un surdosage en liant ou en eau, à une dessiccation rapide du mortier, à un excès de fines, à une trop forte épaisseur de la couche, à un outil non adapté (talochage avec taloche en plastique). Favorise la remontée de laitance qui peut générer des « craquellements » superficiels.
Fines	Particules les plus fines du sable, souvent d'origine argileuse, à l'origine des faïençages de certains enduits (granulométrie inférieure à 0,063 mm).
Fixatif	Adjuvant contribuant à fixer et à lier les pigments d'un lait de chaux.
Fleur de chaux	Voir chaux aérienne éteinte.
Foisonnement	Variation volumétrique des sables suivant leur taux d'hygrométrie et de tassement.
(à) Fresque (a fresco)	Technique qui consiste en l'application de lait de chaux ou de pigments dilués à l'eau sur un enduit « frais », c'est à dire ayant à peine commencé son durcissement.
Fresques	Peintures murales réalisées par l'application de pigments mélangés dans de l'eau sur un enduit frais. Cette technique exige l'utilisation d'une chaux la plus aérienne possible, des pigments finement broyés. L'enduit support est réalisé en plusieurs couches avec des agrégats judicieusement choisis.
Gobetis	Première couche d'un enduit, dont le rôle essentiel est d'assurer l'accroche au support. Dans le bâti ancien, le gobetis peut être remplacé par le renformis pour redresser une surface avant le corps d'enduit.
Goutte d'eau	Gorge sous les bandeaux, moulures, corniches, destinée à favoriser la formation de « gouttes d'eau ».
Granularité	Désigne les proportions de grains de différentes grosseurs d'un sable (elle s'exprime le plus souvent par une courbe).
Granulats	Matériau inerte, le plus souvent d'origine minérale (silice, calcaire), entrant dans la composition des mortiers, pour former la charge : sables, gravillons roulés issus du lit des rivières ou concassés (provenant de carrières).

Granulométrie	Mesure physique de la granularité. Elle s'exprime sous la forme d'une fourchette mini-maxi de taille des agrégats (exemple : 0/4 mm, sable ayant des grains de taille comprise entre 0 et 4 mm).
Gras	Caractère onctueux, plastique d'un mortier.
Gypse	Roche sédimentaire, appelée pierre à plâtre, composée de sulfates de calcium.
Hourder	Maçonner. Montage d'un mur de plusieurs éléments.
Humidification	Action de mouiller le support.
Hydrate de chaux	Voir chaux éteinte.
Hydraulique	Caractère d'un liant (ciment, plâtre, chaux, etc.) qui fait sa prise à l'eau.
Hydrofuge	Adjuvant utilisé pour diminuer l'absorption de l'humidité.
Hydroxyde de calcium	Voir chaux éteinte.
Hydroxyde de chaux	Voir chaux éteinte.
Jointoyer	Action d'exécuter les joints d'une maçonnerie de pierre ou de brique.
Lait de chaux	Mélange d'eau et de chaux, coloré ou non, appliqué à la brosse sur des parements le plus souvent minéraux (enduits, pierre). Voir chaulage, badigeon, eau-forte, patine.
Liant	Le liant d'un mortier est la matière qui assure la liaison entre chaque composant du granulat.
Modénature	Profil des moulures ; désigne par extension l'ensemble des ornements moulurés.
Moulure	Profil constant en creux ou en relief, réalisé en pierre ou en mortier.
Mortier	Mélange d'eau, de sable et de liant destiné à tous les travaux de maçonnerie.
Mouillant (agent)	Adjuvant utilisé pour faciliter le mélange des pigments dans les laits de chaux, afin d'accroître la souplesse et la plasticité des mortiers.

Ocre	Pigment minéral d'origine naturelle dont la coloration est due à des oxydes de fer. On parle le plus souvent d'ocre jaune et d'ocre rouge.
Ouvrabilité	Délai durant lequel un mortier peut être utilisé, travaillé.
Oxyde	Pigment minéral résultant d'un processus industriel.
Oxyde de calcium	Voir chaux vive.
Parement	Face verticale du mur.
Patine	Lait de chaux ou de pigments très dilués, utilisé pour ses effets de transparence.
Pigments	Substance colorée, insoluble. Ils colorent la surface sur laquelle ils sont appliqués sans pénétrer dans la matière, à la différence des teintures.
Plâtre	Liant obtenu par chauffage du gypse. Semi-hydrate de sulfate de calcium.
Portland	Nom d'une carrière de calcaire en Angleterre qui a naturellement les bonnes proportions des composants pour la fabrication du ciment (calcaire + argile).
Pouzzolane	Matériau riche en alumine, silice, chaux et fer réagissant avec la chaux [Ca(OH)2] et l'eau pour former un hydrate stable et qui contribue aux propriétés hydrauliques du mortier formé. Désigne à l'origine des cendres volcaniques extraites dans la région de Pouzzoles en Italie.
Prise (début de)	Moment où le liant perd ses propriétés plastiques de mise en œuvre et où il commence à raidir pour ensuite initier le processus de durcissement.
Renformis	Première couche d'enduit, lorsque le mur a besoin d'être redressé avant l'application du corps d'enduit.
Rétenteur d'eau	Adjuvant ralentissant l'évaporation de l'eau de gâchage d'un mortier.
Retrait	Diminution de volume d'un mortier au moment de sa prise, essentiellement due à l'évaporation au départ de l'eau.
Sable	Agrégat fin dont la taille des grains ne dépasse pas 4 mm.
Sec (à secco)	Technique qui consiste à appliquer un lait de chaux sur un support d'enduit ayant fait sa prise.
Serrage	Action de serrer un enduit pour tasser le mortier en vue de fermer la porosité, d'améliorer la finition et éventuellement de prévenir la fissuration.

Silicate	Minéral principal qui contribue à l'hydraulicité des chaux et des ciments sous ses formes différentes.
Stuc	Revêtement d'enduit en aplat ou en relief imitant le marbre, de couleur blanche ou coloré avec des pigments et composé d'un mélange de chaux aérienne et de poudre de marbre. On parle alors de stuc à la chaux. D'autres sortes de stuc sont réalisées à partir de plâtre.
Taloche	Outil utilisé pour porter le mortier et finir le parement.
Terre naturelle	Pigment minéral d'origine naturelle.
Tuileau	Fragment de briques, de tuiles de terre cuite pilées.



Édition

SEBTP • 6-14, rue la Pérouse

75784 Paris Cedex 16

http://librairie.sebtp.com/

Crédits photos

Les entreprises du GMH, l'IUMP
Les sociétés LAFARGE, VICAT

Conception et réalisation

ORS GRAPHIC

54 Bld d'Haussez, 40000, Mont-de-Marsan
http://www.orsgraphic.fr

Achevé d'imprimé : Mars 2015

Sur les presses de l'imprimerie IMB

14400 Bayeux • France

Dépot légal : 1er trimestre

ISBN : 978-2-35917-038-2